

Departement für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich
(Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun)

**Sonographische Untersuchungen an Haube, Pansen, Psalter, Labmagen,
Milz und Leber von Kälbern von der Geburt bis zum Alter von 100 Tagen**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der
Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von

Sonka Susanne Krüger

Tierärztin

aus Kulmbach, Deutschland

genehmigt auf Antrag von

Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun, Referent

PD Dr. S. Ohlerth, Korreferentin

Zürich, 2012

Zentralstelle der Studentenschaft

Meinen lieben Eltern und „Tante“ Herta

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|----------|
| 1. ZUSAMMENFASSUNG | 5 |
| 2. SUMMARY | 6 |
| 3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG | 7 |
| 4. LITERATURÜBERSICHT | 9 |
| 4.1. Haube | 9 |
| 4.1.1. Anatomie und Entwicklung der Haube | 9 |
| 4.1.2. Motorik der Haube | 9 |
| 4.1.3. Ultraschallbefunde an der Haube | 10 |
| 4.2. Pansen | 11 |
| 4.2.1. Anatomie und Entwicklung des Pansens | 11 |
| 4.2.2. Pansenwand | 12 |
| 4.2.3. Pansenmotorik | 12 |
| 4.2.4. Ultraschallbefunde am Pansen | 13 |
| 4.3. Psalter | 14 |
| 4.3.1. Anatomie und Entwicklung des Psalters | 14 |
| 4.3.2. Motorik des Psalters | 15 |
| 4.3.3. Ultraschallbefunde am Psalter | 15 |
| 4.4. Labmagen | 16 |
| 4.4.1. Anatomie und Entwicklung des Labmagens | 16 |
| 4.4.2. Ultraschallbefunde am Labmagen | 17 |
| 4.5. Milz | 19 |
| 4.5.1. Anatomie der Milz | 19 |
| 4.5.2. Ultraschallbefunde an der Milz | 19 |
| 4.6. Leber | 20 |
| 4.6.1. Anatomie der Leber | 20 |
| 4.6.1.1. Gallenblase und Gallengangsystem | 21 |
| 4.6.1.2. Blutversorgung der Leber | 21 |
| 4.6.2. Ultraschallbefunde an Leber und Gallenblase | 22 |

| | |
|--|-----------|
| 5. MATERIAL UND METHODIK | 24 |
| 5.1. Tiere | 24 |
| 5.2. Gesamtprojekt | 24 |
| 5.3. Voruntersuchungen | 24 |
| 5.4. Einstellprophylaxe, Haltung und Fütterung | 25 |
| 5.5. Methodik der sonographischen Untersuchungen | 25 |
| 5.5.1. Sonographisch untersuchte Organe | 25 |
| 5.5.2. Zeitpunkte der sonographischen Untersuchung | 25 |
| 5.5.3. Vorbereitung der Kälber | 26 |
| 5.5.4. Ultraschallgerät und Schallköpfe | 27 |
| 5.5.5. Ermittlung des halben Bauchumfangs | 27 |
| 5.5.6. Sonographische Untersuchung der Haube | 27 |
| 5.5.7. Sonographische Untersuchung des Pansens | 27 |
| 5.5.8. Sonographische Untersuchung des Psalters | 28 |
| 5.5.9. Sonographische Untersuchung des Labmagens | 29 |
| 5.5.10. Sonographische Untersuchung der Milz | 29 |
| 5.5.11. Sonographische Untersuchung der Leber | 30 |
| 5.6. Statistik | 31 |
| 5.7. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich | 31 |
| 5.8. Tierversuchsbewilligung | 31 |
| 6. ERGEBNISSE | 32 |
| 6.1. Voruntersuchungen | 32 |
| 6.1.1. Blutbefunde | 33 |
| 6.1.2. Harnbefunde | 33 |
| 6.1.3. Pansensaftbefunde | 33 |
| 6.1.4. Kotbefunde | 33 |
| 6.1.5. Gesundheitszustand der Kälber im Verlauf der 100 Tage | 34 |
| 6.1.6. Pathologisch-anatomische Befunde | 35 |
| 6.2. Halber Bauchumfang | 35 |
| 6.3. Ultraschalluntersuchung der Haube | 35 |
| 6.3.1. Sonographisches Erscheinungsbild | 35 |
| 6.3.2. Motorik der Haube | 40 |
| 6.4. Ultraschalluntersuchung des Pansens | 40 |

| | |
|--|-----------|
| 6.4.1. Sonographisches Erscheinungsbild | 40 |
| 6.4.2. Darstellbarkeit des Pansens | 42 |
| 6.4.3. Pansenvorhof | 44 |
| 6.4.4. Pansenwand | 44 |
| 6.5. Ultraschalluntersuchung des Psalters | 52 |
| 6.5.1. Sonographisches Erscheinungsbild | 52 |
| 6.5.2. Nachbarorgane des Psalters | 54 |
| 6.5.3. Motorik des Psalters | 54 |
| 6.6. Ultraschalluntersuchung des Labmagens | 57 |
| 6.6.1. Sonographisches Erscheinungsbild vor der Milchaufnahme | 57 |
| 6.6.2. Sonographisches Erscheinungsbild während der Milchaufnahme | 59 |
| 6.6.3. Sonographisches Erscheinungsbild nach der Milchaufnahme | 60 |
| 6.6.4. Ausdehnung des Labmagens vor der Milchaufnahme | 61 |
| 6.6.5. Ausdehnung des Labmagens nach der Milchaufnahme | 63 |
| 6.7. Ultraschalluntersuchung der Milz | 69 |
| 6.7.1. Sonographisches Erscheinungsbild | 69 |
| 6.7.2. Nachbarorgane der Milz | 71 |
| 6.8. Ultraschalluntersuchung der Leber | 76 |
| 6.8.1. Sonographisches Erscheinungsbild | 76 |
| 6.8.2. Nachbarorgane der Leber | 77 |
| 6.8.3. V. cava caudalis | 77 |
| 6.8.4. V. portae | 85 |
| 6.8.5. Gallenblase | 86 |
| 7. DISKUSSION | 95 |
| 7.1. Sonographie beim Kalb | 95 |
| 7.2. Sonographie der Haube | 95 |
| 7.3. Sonographie des Pansens | 96 |
| 7.4. Sonographie des Psalters | 98 |
| 7.5. Sonographie des Labmagens | 100 |
| 7.6. Ultraschalluntersuchung der Leber | 102 |
| 7.7. Ultraschalluntersuchung der Milz | 104 |
| 7.8. Veränderungen bei der Umstellung von Milch- auf Heufütterung | 105 |
| 7.9. Schlussbemerkungen | 106 |

| | |
|--------------------------------|------------|
| 8. LITERATURVERZEICHNIS | 107 |
| 9. ANHANG | 113 |
| 10. DANKSAGUNG | 122 |

1. ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die sonographischen Befunde an Haube, Pansen, Psalter, Labmagen, Leber und Milz von 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern während der ersten 100 Lebenstage zu beschreiben. Die Kälber wurden alle drei Wochen stehend mit einem 5-MHz-Linearschallkopf sonographisch untersucht. Zuerst wurden die Organe subjektiv beurteilt. Bei allen Organen wurden mittels Massband die dorsale und die ventrale Grenze bestimmt und daraus die Ausdehnung des Organs berechnet. An Haube, Pansenvorhof und Psalter wurde während 9 Minuten zusätzlich die Motorik untersucht. An der Leber wurden Lage und Ausdehnung der V. cava caudalis und der V. portae bestimmt sowie auch die Gallenblase vermessen.

Die Haube konnte nur bei einem der neugeborenen Kälber eindeutig identifiziert werden. Sie zeigte bereits ein biphasisches Kontraktionsmuster. Bei allen Kälbern war die Haube ab der zweiten Untersuchung in der Medianen oder leicht links paramedian darstellbar. Der Pansen war bereits ab der Geburt bei allen Kälbern sichtbar und entwickelte sich im Laufe der 100 Tage von einem kleinen zusammengefallenen Sack auf der linken Körperseite zu einem grossen, den linken Bauchraum ausfüllenden Organ und reichte schliesslich bis über die Mediane nach rechts. Der Psalter konnte bei allen Kälbern bereits direkt nach der Geburt als kleines, rundes, echogen gefülltes Organ rechts medial der Leber gesehen werden. Bei 4 Kälbern war er auch von links sichtbar. Der Labmagen dominierte den Bauchraum der Neonaten. Die Leber konnte im rechten Abdomen in den Interkostalräumen 5 bis 12 und in der Flanke dargestellt werden. Von der zweiten bis zur vierten Untersuchung berührten sich Leber und Milz häufig ventral in der Medianen. Die V. cava caudalis war am häufigsten im 10. Interkostalraum sichtbar. Die Gallenblase konnte nur in 80.6 % der Fälle gesehen werden und stellte sich wie beim adulten Tier dar.

2. SUMMARY

The aim of this study was to describe the ultrasonographic findings of the reticulum, rumen, omasum, abomasum, liver and spleen in six healthy Holstein-Friesian calves during the first 100 days of life. Standing calves were examined six times, once every three weeks, using a 5-MHz linear transducer. First the organs were assessed subjectively and then they were measured. The dorsal and ventral visible margins relative to the dorsal midline were determined with a measuring tape to calculate the size of the organs. The reticulum, dorsal blind sac of the rumen and omasum were observed for nine minutes to record their motility. The position of the liver was determined and the diameters of the caudal vena cava and portal vein and the size of the gallbladder were measured.

In the first examination, the reticulum was identified and shown to have biphasic contractions in one calf. In subsequent examinations, the reticulum was seen in all calves in the ventral median or slightly to the left. The rumen could always be imaged in all calves; it was a small hollow organ in the left hemiabdomen at birth and developed into a large organ that occupied most of the left hemiabdomen by 100 days of age. Toward the end of the observation period, the rumen could be seen to the right of the ventral midline. The omasum was always visible from the right side in all calves and appeared medial to the liver as a small circular organ with an echoic content. In four calves the omasum could also be visualized from the left. In newborn calves, the abomasum occupied most of the abdominal cavity. The liver was situated in the right hemiabdomen and could be seen from the 5th to 12th intercostal space and the flank. From the 2nd to the 4th examination, the liver and spleen could often be seen touching in the region of the ventral midline. The caudal vena cava was most commonly seen in the 10th intercostal space on the right. The gallbladder had an appearance similar to that of adult cows and could be visualized in all calves, but only in about 80.6 % of the examinations.

3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Die Sonographie ist als nicht-invasive Untersuchungsmethode auch in der Veterinärmedizin ein wichtiges Diagnostikum geworden. Grundlage der Beurteilung eines kranken Tieres sind Normalwerte gesunder Tiere. Zur Untersuchung und Beurteilung von Magensystem, Leber und Milz liegen beim erwachsenen Rind bereits viele Forschungsarbeiten vor. So wurden das physiologische sonographische Erscheinungsbild der Vormägen und des Labmagens sowie deren Motorik für das Rind ausführlich beschrieben (McSWEENEY, 1988; BRAUN und GÖTZ, 1994; BRAUN et al., 1997; WITTEK et al., 2005b; BRAUN und BLESSING, 2006; BRAUN und RAUCH, 2008; MOHINDROO et al., 2008). BRAUN (1990) beschrieb das sonographische Bild der Leber und ihrer Gefässe bei 10 gesunden Kühen. Ebenfalls untersucht wurde der Einfluss von Alter, Rasse und Trächtigkeitsstadium auf die sonographisch erhebbaren Befunde an der Leber (BRAUN und GERBER, 1994). Schliesslich wurden auch die Normalbefunde an der Milz von gesunden Kühen beschrieben (SICHER, 1995; BRAUN und SICHER, 2006).

Über die sonographische Untersuchung des Kalbes existieren bisher nur wenige Arbeiten. JUNG (2002) beschrieb die sonographischen Befunde bei Kälbern in den ersten 14 Lebenstagen unter besonderer Berücksichtigung von pathologischen Veränderungen. WITTEK et al. (2005a) untersuchten den Labmagen beim Milch trinkenden Kalb und GAUTSCHI (2010) verglich die sonographischen Befunde der Vormägen von Milch trinkenden, Heu fressenden und Pansentrinker-Kälbern. Die Vormägen des Kalbes verändern sich in den ersten Lebensmonaten sehr stark, vor allem bei der Umstellung von der Milchfütterung zur Raufutteraufnahme. Während der Milchfütterung kommt dem Schlundrinnenreflex eine sehr wesentliche Bedeutung zu. Später, bei der Heufütterung übernehmen die einzelnen Mägen ihre jeweils spezifischen Aufgaben. Der Pansen nimmt im Laufe der Entwicklung an Volumen zu, während der Labmagen, der beim Milch trinkenden Kalb sehr gross ist, an Grösse und Bedeutung verliert. Im Lauf der anatomischen Entwicklung werden entsprechende Veränderungen auch bei der sonographischen Unter-

suchung dieser Organe erwartet. Diese physiologischen Veränderungen sind bis heute nicht ausführlich untersucht worden. Da die Ultraschalluntersuchung ein wichtiges diagnostisches Mittel ist, um Erkrankungen des Abdomens beim Kalb zu diagnostizieren, war es das Ziel dieser Arbeit, physiologische Werte während der Entwicklung des Kalbes in den ersten 100 Lebenstagen zu ermitteln. Dazu wurden 6 gesunde, männliche Holstein-Friesian-Kälber in einem Zeitraum von 100 Tagen nach der Geburt in regelmässigen Abständen sonographisch untersucht. Die Darstellbarkeit der Organe wurde festgehalten und das sonographische Aussehen der Organe beschrieben. Es wurden zahlreiche Messungen durchgeführt und die Motorik einiger Vormägen beurteilt.

4. LITERATURÜBERSICHT

4.1. Haube

4.1.1. Anatomie und Entwicklung der Haube

Die Haube besitzt eine kugelige, leicht abgeplattete Form. Beim neugeborenen Kalb ist die Haube sehr klein. Sie liegt, genauso wie der Pansen, im linken dorsalen und kranialen Quadranten (DYCE et al., 2002). Erst mit dem Beginn der Raufutteraufnahme im Alter von zwei bis drei Wochen finden beachtliche Veränderungen der Vormagenproportionen statt. Im Alter von acht Wochen haben Haube und Pansen den Labmagen im Wachstum eingeholt (DYCE et al., 2002). Beim adulten Rind erstreckt sich die Haube vom 6. bis zum 9. Interkostalraum (IKR) im intrathorakalen Teil der Bauchhöhle. Sie liegt dem Zwerchfell direkt an. Die kaudale Haubenwand verschmilzt mit der Wand des Pansenvorhofs. Rechts sind der Haube die Leber und der Psalter benachbart. Ventral liegt sie dem Processus xiphoideus des Sternums auf (BERG, 1982; LÖFFLER und GÄBEL, 2008; KÖNIG et al., 2009). Weitere benachbarte Organe sind der Labmagen (SALOMON et al., 2005) und die Milz (BERG, 1982; NICKEL et al., 1995).

4.1.2. Motorik der Haube

Die Haube ist nur am Primärzyklus der Vormagenkontraktionen beteiligt (KASKE, 2004). Sie startet den Zyklus mit einer biphasischen Kontraktion. In der ersten Phase kontrahiert sich die Haube nur partiell. Das Lumen wird dabei auf zirka die Hälfte reduziert. Die danach folgende Erschlaffung der Haube ist ebenfalls unvollständig. Unmittelbar darauf folgend kontrahiert sich die Haube vollständig, so dass fast das ganze Lumen verschwindet (WOLFFRAM, 1996; KASKE, 2004). Beim Wiederkauen tritt vor der biphasischen Haubenkontraktion eine dritte, die sogenannte Rejektionskontraktion auf. Die koordinierten zyklischen Kontraktionswellen laufen mit einer Frequenz von ein bis zwei Kontraktionswellen pro Minute ab (WOLFFRAM, 1996). Der Kontraktionszyklus bzw. die Frequenz der Kontraktionen können durch Schmerz, Fütterung, Wiederkauen und verschiedene

Medikamente beeinflusst werden (BRAUN et al., 2002; BRAUN und RAUCH, 2008; El-KHODERY und SATO, 2008).

4.1.3. Ultraschallbefunde an der Haube

Die Ultraschalluntersuchung der Haube des erwachsenen Rindes wurde bereits ausführlich beschrieben (GÖTZ, 1992; BRAUN und GÖTZ, 1994; KASKE et al., 1994; BRAUN und RAUCH, 2008). Dabei wurden das sonographische Aussehen der Haube sowie ihr Kontraktionszyklus genauer untersucht. Auch über die Veränderungen bei Reticuloperitonitis traumatica, Haubenabszessen und vagaler Indigestion liegen Arbeiten vor (KUROSAWA, 1991; BRAUN et al., 1993; BRAUN, 1997; BRAUN et al., 2009). Die Haube liegt bei gesunden Kühen direkt kaudal des Zwerchfells der ventralen Bauchwand an und hat eine glatte halbmondförmige Kontur. Teile der Tunica mucosa und der Tela submucosa stellen sich sonographisch als dicke echogene Linie dar. Der Inhalt der Haube ist aufgrund seiner Gaseinschlüsse nicht sichtbar. Das typische biphasische Kontraktionsmuster der Haube kann auch mittels Ultraschall dargestellt werden (BRAUN und GÖTZ, 1994). JUNG (2002) konnte die Haube bis zum Alter von 14 Tagen bei keinem Kalb sonographisch erfassen. GAUTSCHI (2010) stellte ebenfalls fest, dass die Haube von Milch trinkenden Kälbern, die zwischen 16 und 33 Tage alt waren, nicht immer dargestellt werden konnte. Die biphasischen Kontraktionen der Haube waren bei allen Kälbern, bei denen sie die Haube sehen konnte, vorhanden, obwohl die zyklischen Hauben-Pansenkontraktionen laut DIRKSEN (2006) erst ab einem Alter von sechs bis acht Wochen einsetzen. Die Haubenmotorik der Milch trinkenden Kälber zeigte aber nicht die gleiche Regelmässigkeit, wie sie bei bereits Heu fressenden Kälbern und bei Rindern auftritt. Das Ausmass der Haubenkontraktion war bei Heu fressenden Kälbern signifikant grösser und die Dauer der ersten Haubenkontraktion signifikant kürzer als die von Milch trinkenden Kälbern (GAUTSCHI, 2010). Die Haubenwand und der Inhalt stellten sich wie beim adulten Rind dar. Bei Pansen-trinker-Kälbern konnten die Haubenleisten aufgrund

des flüssigen Inhalts deutlich als wabenartige Strukturen erkannt werden (GAUTSCHI, 2010).

4.2. Pansen

4.2.1. Anatomie und Entwicklung des Pansens

Der Pansen ist bei der intrauterinen Entwicklung der zunächst grösste Magenabschnitt (RÜSSE und SINOWATZ, 1998). In den letzten Monaten der Trächtigkeit nimmt der Labmagen deutlich an Grösse zu, so dass er bei der Geburt etwa 50 % des Gewichts und der Kapazität des Magens einnimmt (DYCE et al., 2002). Da der Pansen beim Neugeborenen noch keine Funktion hat, ist er sehr klein. Er liegt im linken dorsalen und kranialen Quadranten des Abdomens. Der Pansen wird bei der Milchaufnahme durch das Schliessen der Haubenrinne umgangen und enthält darum nur sehr wenig Flüssigkeit, wie z. B. Sekrete des Respirationstrakts und Speichel (BERG, 1982). Da die Schlundrinne nicht ganz vollständig schliesst, gelangen auch ca. 10 % der getränkten Milch in den Pansen (RUCKEBUSCH und KAY, 1971). Wesentliche Veränderungen treten erst mit Beginn der Aufnahme von Raufutter auf. Dann nehmen alle drei Vormägen überdurchschnittlich schnell an Grösse zu. Zu welchem Zeitpunkt adulte Verhältnisse erreicht werden, ist nicht einheitlich festzulegen (DYCE et al., 2002). Laut BERG (1982) herrschen ab dem Alter von acht Wochen adulte Verhältnisse, während KÖNIG et al. (2009a) erwähnten, dass die definitive Ausformung und die Proportionen der Magenkammern je nach Fütterung erst nach drei Monaten bis zu einem Jahr abgeschlossen sind. Beim erwachsenen Rind füllt der Pansen die ganze linke Bauchhöhle aus und reicht teilweise bis in die rechte Flanke (BERG, 1982; DYCE et al., 2002; SALOMON et al., 2005). Er umfasst ca. 80 % des gesamten Fassungsvermögens der Wiederkäuermägen (KÖNIG et al., 2009a). Durch innere Schleimhautfalten, die Pansenpfeiler, die sich aussen als Pansenfurchen darstellen, wird der Pansen in einen dorsalen und einen ventralen Pansensack getrennt. Die Pansensäcke werden jeweils noch in einen kranialen und einen kaudalen Blindsack unterteilt. Der dor-

sale kraniale Blindsack wird als Pansenvorhof bezeichnet (LÖFFLER und GÄBEL, 2008; KÖNIG et al., 2009a). Da der Pansen eine offene Verbindung zum Netzmagen hat, werden diese beiden Vormägen oft zum Reticulorumen zusammengefasst (KASKE, 2004). Beim gesunden Wiederkäuer ist der Panseninhalt geschichtet. Er besteht aus einer dorsalen Gasphase, einer festen Phase und dem ventral liegenden flüssigen „Pansensee“ (KASKE, 2004).

4.2.2. Pansenwand

Die Schleimhaut des Pansens bildet die für diesen Magen typischen Zotten. Die Entwicklung der Mesenchymzotten beginnt bereits am Ende des dritten Graviditätsmonats (RÜSSE und SINOWATZ, 1998). Der Anteil und die Grösse dieser lanzettförmigen Vorwölbungen unterliegen fütterungsbedingten Einflüssen. Während die Pansenpfeiler und das Pansendach keine Zotten besitzen, sind diese im Pansenvorhof, in den Blindsäcken und im ventralen Pansensack zahlreich und lang (SALOMON et al., 2005; KÖNIG et al., 2009a).

4.2.3. Pansenmotorik

Bei der Motorik des Pansens wird zwischen sogenannten primären oder A-Zyklen und sekundären oder B-Zyklen unterschieden. Die A-Zyklen verlaufen von kranial nach kaudal und beginnen zunächst mit einer biphasischen Haubenkontraktion. Jeder Haubenkontraktion folgt eine Kontraktion des Pansenvorhofs, die den Rückfluss von Ingesta in die sich relaxierende Haube bewirkt. Als nächstes kontrahieren sich der dorsale und anschliessend der ventrale Pansensack. Zuletzt folgt eine Kontraktion des ventralen Blindsacks. Die B-Zyklen laufen ohne Beteiligung des Reticulorumens ab und beginnen mit einer Kontraktion des ventralen Blindsacks. Der Kontraktionszyklus wurde im Detail von CONSTABLE et al. (1990a und b) und KASKE (2004) beschrieben. Beim gesunden Tier finden etwa drei Kontraktionen in zwei Minuten statt (WOLFFRAM, 1996).

4.2.4. Ultraschallbefunde am Pansen

Über die sonographischen Befunde am Pansen liegen nur wenige Arbeiten vor. JUNG (2002) konnte den Pansen bei Kälbern im Alter von 12 Stunden bis 14 Tagen noch nicht darstellen. GAUTSCHI (2010) beobachtete, dass Milch trinkende Kälber einen kleineren Pansen aufwiesen als Heu fressende. Bei den Heu fressenden Tieren füllt der Pansen die linke Bauchhöhlenhälfte wie beim adulten Rind vollständig aus. Von dorsal nach ventral sind bei der sonographischen Untersuchung zuerst der dorsale Pansensack, dann die Pansenfurche und weiter ventral der ventrale Pansensack zu sehen. Der Panseninhalt weist eine typische Schichtung auf. Die dorsal liegende Gasblase stellt sich im Ultraschall als Reverberationslinien dar. Der Beginn der ventral folgenden Ingestaphase kann durch ein abruptes Ende der Reverberationsartefakte lokalisiert werden. Diese Phase zeigt ein Bild, das auf Gaseinschlüsse schliessen lässt. Noch weiter ventral, wo die flüssige Phase beginnt, wird diese typische Struktur durch das Verschwinden der Gaseinschlüsse schmaler (TSCHUOR und CLAUSS, 2008). Beim gesunden Kalb ist eine Abgrenzung der flüssigen Ingestaphase von der Futterphase nicht möglich (GAUTSCHI, 2010). Bei Pansentrinkern ist der Inhalt des ventralen Pansensacks flüssig und erscheint sonographisch hypoechogen mit echogenen Punkten (GAUTSCHI, 2010). Der Pansenvorhof stellt sich als kaudal der Haube liegendes Organ mit echogener Wand dar, das sich direkt nach der biphasischen Haubenkontraktion kontrahiert.

Die Pansenwand manifestiert sich als dicke echogene Linie. Mit einem 5.0-MHz-Schallkopf können die einzelnen Schichten nicht unterschieden werden (TSCHUOR und CLAUSS, 2008). Bei Pansentrinkern ist die Pansenwand im Vergleich zu gesunden Kälbern verdickt (GAUTSCHI, 2010).

4.3. Psalter

4.3.1. Anatomie und Entwicklung des Psalters

Der Psalter, auch Blättermagen oder Omasum genannt, weist eine kugelige, leicht abgeplattete Form auf. Beim Neugeborenen ist der Psalter, wie auch die anderen Vormägen, erst geringgradig entwickelt und stellt ein undeutliches Verbindungsglied zwischen Haube und Labmagen dar (BERG, 1982). Während das Reticulorum bei einer normalen Heu-Körner-Ration seine endgültige Grösse im Alter von etwa 12 bis 16 Wochen erreicht, wächst der Psalter relativ zur Körpergrösse innerhalb des ersten Lebensjahres weiter (WARNER und FLATT, 1964). Die Schleimhaut des Psalters bildet zahlreiche Falten, die von dorsal in das Organlumen hineinragen und sich von oral nach aboral erstrecken (YAMAMOTO et al., 1994). Die Anlage dieser Schleimhautfalten findet bereits in der Mitte des zweiten Graviditätsmonats statt (RÜSSE und SINOWATZ, 1998). Beim Rind unterscheidet man je nach Länge vier Ordnungen der Psalterblätter (McSWEENEY, 1988). Auf den Psalterblättern befinden sich kleine Papillen, die ab dem vierten Trächtigkeitsmonat zu sehen sind (TOTZAUER und SINOWATZ, 1990). Durch die Psalterblätter und Papillen kommt es zu einer erheblichen Oberflächenvergrösserung der resorbierfähigen Schleimhaut. YAMAMOTO et al. (1994) beschrieben die fütterungsabhängige Oberflächenentwicklung der Psalterblätter und deren Papillen. Bei einem Kalb, welches einer reinen Milchfütterung unterzogen wurde, waren die Blätter und Papillen im Gegensatz zu Kälbern, die zusätzlich oder ausschliesslich Raufutter erhielten, sehr klein. Beim erwachsenen Rind liegt der Psalter grösstenteils im intrathorakalen Teil der Bauchhöhle. Er erstreckt sich vom 7. bis zum 11. Interkostalraum und ragt etwa eine Hand breit über den Rippenbogen hinaus. Links grenzt der Psalter mit seiner Facies visceralis an den ventralen Pansensack und den Netzmagen, rechts berührt seine Facies parietalis die Leber und die Bauchwand. Kaudal des Psalters liegen Därme (BERG, 1982).

4.3.2. Motorik des Psalters

Bei der Motorik des Psalters wird zwischen der Motorik des Psalterkanals und derjenigen des Psalterkörpers unterschieden (KASKE, 2004). Bei Kälbern können erste zyklische Kontraktionen des Psalterkanals ab einem Alter von vier Wochen und erste Kontraktionen des Psalterkörpers ab acht Wochen beobachtet werden (ASAI, 1975). Die ersten Kontraktionen sind noch sehr langsam und regellos. Erst ab einem Alter von 32 Wochen entspricht der Kontraktionszyklus demjenigen des erwachsenen Tieres. Der Psalter funktioniert als Saug-Druck-Pumpe. Der genaue Ablauf der Psalterkontraktion wurde von KASKE (2004) beschrieben. Die Kontraktionen des kompakten Psalterkörpers führen nicht zu einer nennenswerten Verkleinerung des Organs (SALOMON et al., 2005).

4.3.3. Ultraschallbefunde am Psalter

Beim neugeborenen Kalb ist der Psalter der sonographischen Untersuchung nur in wenigen Fällen zugänglich. JUNG (2002) konnte den Psalter in ihrer Dissertation bei 10 gesunden Kälbern in den ersten 14 Lebenstagen nur bei einem Kalb darstellen. Dabei war der Psalter auf Höhe der mittleren Femurlinie und des ersten Lendenwirbels sichtbar. Der Psalter eines 14 Tage alten Kalbes lag 6 Stunden nach dem Tränken direkt der Bauchwand an. Zwischen dem 16. und 33. Lebenstag konnte der Psalter bei 9 von 10 Milch trinkenden Kälbern dargestellt werden (GAUTSCHI, 2010). Bei den Heu fressenden Kälbern war er immer sichtbar und bei den Pansentrinkern war er bei 7 von 10 Tieren darstellbar. Er erreichte seine grösste Ausdehnung im 8. Interkostalraum. Auch bei den 90 Tage alten Kälbern lag der Psalter der Bauchwand nie an. Nach JUNG (2002) ist der Psalterinhalt beim Kalb echofrei. JUNG (2002) beschrieb die Psalterblätter als echogene, linienförmige, ins Lumen hineinragende Strukturen, während GAUTSCHI (2010) nur die Ansätze der Psalterblätter erkennen konnte. Bei gesunden Kühen kann der Psalter rechts zwischen dem 6. und dem 11. Interkostalraum dargestellt werden (BRAUN und BLESSING, 2006). Seine grösste Ausdehnung weist er im 9. Inter-

kostalraum auf. Im 8. und 9. Interkostalraum ist der Psalter der Bauchwand am nächsten bzw. liegt er der Bauchwand direkt an. Die Psalterwand stellt sich wie beim Kalb als dicke echogene Linie dar. Die Ansätze der Psalterblätter sind teilweise als kurze, zapfenförmige Gebilde an der Wand zu erkennen (STREETER und STEP, 2007). Die mediale Wand des Psalters ist beim adulten Rind aufgrund des gasigen Inhalts nicht sichtbar. Das Gleiche gilt für den Psalterinhalt (BRAUN und BLESSING, 2006).

4.4. Labmagen

4.4.1. Anatomie und Entwicklung des Labmagens

Der Labmagen wächst nach der Geburt schneller als die anderen Magenabteilungen, da er als einziger Abschnitt sofort seine Funktion bei der Verdauung der Milch aufnehmen muss (BERG, 1982; SALOMON et al., 2005). Die Entwicklung der Wandstruktur ist im Gegensatz zu den anderen Magenabteilungen schon bei der Geburt fortgeschritten. Die inneren Schleimhautfalten erscheinen gegen Ende des zweiten Graviditätsmonats (RÜSSE und SINOWATZ, 1998). Beim Neugeborenen weist der Labmagen einen ausgeprägten Kontakt zur Leber auf. Seine volle Ausdehnung wird sichtbar, wenn das Kalb eine grössere Menge Milch aufnimmt und der Labmagen sich vom Zwerchfell bis zum Beckeneingang und von der ventralen Bauchwand bis zur dorsalen Hälfte ausdehnt (BERG, 1982, DYCE et al., 2002). Das Aufnahmevermögen erreicht bereits 60 % des adulten Organs (DYCE et al., 2002). Ab einem Alter von zwei bis drei Wochen, wenn das Kalb anfängt, festes Futter aufzunehmen, nimmt der Labmagen an Grösse nur noch langsam und kontinuierlich zu. Gleichzeitig beginnen Pansen und Haube deutlich zu wachsen (DYCE et al., 2002). Volumen und Muskulatur des Labmagens wachsen in Proportion zum Körpergewicht und unabhängig von der Fütterung (HARRISON et al., 1960). Der Labmagen weist eine birnenförmige Form auf und setzt sich aus zwei spitz zueinander stehenden Schenkeln zusammen. Der kleinere Schenkel ist die Pars pylorica (SALOMON et al., 2005). Dieser Teil erstreckt sich

transversal oder mit einem kleinen Anstieg Richtung rechte Bauchwand und endet im Pylorus (DYCE et al., 2002). Der Labmagen liegt der ventralen Bauchwand kaudal der Haube auf. Links ist er eng mit der Haube, dem Pansenvorhof und dem ventralen Pansensack verbunden (SALOMON et al., 2005).

4.4.2. Ultraschallbefunde am Labmagen

Ultraschallbefunde beim neugeborenen Kalb

Der Labmagen kann sonographisch bereits beim neugeborenen Kalb dargestellt werden (JUNG, 2002). Er befindet sich bei diesem, nur gering gefüllt, in der linken subxyphoidalen kranialen Bauchregion und grenzt an die Leber. Mit einem 5 MHz-Konvexschallkopf stellt er sich als flüssigkeitsgefülltes Organ mit einem dreischichtigen Wandaufbau dar (JUNG, 2002). Der Pylorus kann nur in seltenen Fällen gesehen werden. Nach JUNG (2002) weist er eine ovale bis runde, reflex-arm erscheinende Kontur auf, und die Schleimhautfalten ragen als echogene Strukturen in das echofreie Lumen hinein. Nur mit einem 7.5 MHz-Schallkopf kann der Pylorus von umliegenden Dünndärmen eindeutig abgegrenzt werden. Beim ein- bis vierwöchigen Kalb, bei dem der Pansen noch nicht die ganze linke Flanke bzw. seitliche Bauchwand ausfüllt, kann der Pylorus im unteren Drittel der linken Flanke dargestellt werden (PADEL-GSCHWIND und STOCKER, 2004).

Ultraschallbefunde beim Milch trinkenden Kalb

Beim Kalb dehnt sich der Labmagen linear zum aufgenommenen Tränkevolumen aus. Dabei vergrößert sich die Ausdehnung sowohl nach kaudal als auch nach lateral, wobei die Ausdehnung nach rechts und links gleichmässig erfolgt (WITTEK et al., 2005a; GAUTSCHI, 2010). Der Pylorus verlagert sich beim Tränken infolge der Labmagenfüllung nach rechts und nach dorsal (LISCHER, 1991).

Das sonographische Bild des Labmageninhalts wird stark vom Zeitpunkt des Tränkens beeinflusst (JUNG, 2002). Direkt nach der Tränkeaufnahme stellt sich der Inhalt des Labmagens echoreich dar. Der Gerinnungsprozess setzt schnell ein,

und es formt sich ein grosser Gerinnungsklumpen. Dieser löst sich in den folgenden Stunden wieder auf und im Labmagen wird Flüssigkeit sichtbar (MIYAZAKI et al., 2009; GAUTSCHI, 2010). Die Untersuchungen von GAUTSCHI (2010) mit Vollmilch und diejenigen von MYIAZAKI et al. (2009) mit Milchaustauscher zeigen zeitliche Unterschiede im Gerinnungsablauf.

Ultraschallbefunde beim Heu fressenden Kalb

Bei gesunden, seit 4 Wochen von der Milch abgesetzten Kälbern liegt der Labmagen 0 bis 5.0 cm kaudal des Xyphoids und dehnt sich mehr links als rechts der Mittellinie des Abdomens aus (GAUTSCHI, 2010). Der Labmageninhalt erscheint echogen mit grösseren Bestandteilen. Die Falten sind deutlich sichtbar.

Ultraschallbefunde beim adulten Rind

Beim erwachsenen Rind kann der Labmagen sowohl von der Mittellinie als auch von paramedian links und rechts dargestellt werden. Seine kraniale Begrenzung liegt ca. 10 cm hinter dem Xyphoid. Ein Grossteil des Labmagens befindet sich auf der rechten Seite. Die Labmagenwand kann normalerweise nicht gesehen werden. Der Labmagen zeigt keine sichtbare Eigenmotorik. Allerdings kann beobachtet werden, wie die Ingesta passiv bewegt wird (WILD, 1995; BRAUN et al., 1997; BRAUN, 2003; BRAUN, 2009a). Charakteristisch für den Labmagen sind die Schleimhautfalten, die sich im sonographischen Bild als hypoechogene geschlängelte Linien zeigen (WILD, 1995; BRAUN et al., 1997). Die Lage des Labmagens wird durch die Füllung des Pansens und beim trächtigen Rind durch den graviden Uterus beeinflusst (WITTEK et al., 2005b). Von VAN WIDMEN et al. (2002) wurde auch eine individuelle zirkadiane Lageverschiebung des Labmagens beschrieben.

4.5. Milz

4.5.1. Anatomie der Milz

Die Milz liegt praktisch vollständig im intrathorakalen Teil der Bauchhöhle (NICKEL et al., 1995). Sie ist beim Wiederkäuer flach und zungenförmig (SALOMON et al., 2005). Infolge der Ausgestaltung der spindelförmigen Magenanlage zum mehrhöhligen Magen kommt die Milz mit ihrer viszerale Fläche vollständig auf die dorsokraniale Fläche des Pansensacks zu liegen. Mit der Parietalfläche ist sie dem Zwerchfell benachbart. Die Milz ist sowohl mit dem Pansen als auch mit dem Zwerchfell verwachsen. Sie reicht vom oberen Ende der letzten beiden Rippen bis über die Rippenknorpelgelenke der 7. und 8. Rippe, wobei ihr Margo cranialis schräg vom Wirbelende der letzten Rippe zum kranialen Ende des 7. Interkostalraums verläuft (NICKEL et al., 1995). Mit ihrer Kranialfläche berührt die Milz die Haube und kann darum bei perforierenden Haubenfremdkörpern betroffen sein (DYCE et al., 2002; SALOMON et al., 2005). Ventral reicht sie gelegentlich bis zum Sternum (BERG, 1982). Der dorsale Teil der Milz liegt retroperitoneal (DYCE et al., 2002). An der Eingeweidefläche liegt der Austrittsort für die Milzgefäße und -nerven, der Hilus lienalis (SALOMON et al., 2005). Die Milz wird von der A. und der V. lienalis vaskularisiert (KÖNIG und LIEBICH, 2009b).

4.5.2. Ultraschallbefunde an der Milz

Beim Kalb stellt sich die Milz sonographisch als dünnes, flächenhaftes Organ mit einem breiten Dorsal- und einem zugespitzten Ventralpol dar. Sie liegt dorsal dem linken Rippenbogen an und ihre Längsachse verläuft im Gegensatz zum erwachsenen Rind parallel zum 11. und 12. Interkostalraum bis auf Höhe des Kniegelenks (JUNG, 2002). Die weiteren Befunde entsprechen denen des erwachsenen Tieres.

Beim erwachsenen Rind kann die Milz auf der linken Körperseite in den Interkostalräumen 7 bis 11 und ab und zu auch im Interkostalraum 12 dargestellt werden (SICHER, 1995; BRAUN und SICHER, 2006). Der dorsale und der ventrale Rand

der Milz verlaufen von kranioventral nach kaudodorsal. Dorsal wird die Milz von der Lunge überlagert. Das Parenchym der Milz setzt sich aus vielen kleinen, in gleichmässigem Abstand zueinander stehenden Echos zusammen (BRAUN und SICHER, 2006). In das Parenchym eingebettet sind die Milzgefässe, die sich als anechogene Strukturen darstellen (BRAUN und SICHER, 2006). Die Milzkapsel bildet eine feine echogene Linie auf der Milzoberfläche (BRAUN, 1997; BRAUN und SICHER 2006).

4.6. Leber

4.6.1. Anatomie der Leber

Die Leber liegt im intrathorakalen Teil der Bauchhöhle. Ihre Topographie ist beim Wiederkäuer massgeblich durch das Vormagensystem geprägt (SALOMON et al., 2005; LÖFFLER und GÄBEL, 2008; KÖNIG et al., 2009a). Beim neugeborenen Kalb ist die Leber noch relativ gross und überschreitet die Mediane nach links (BERG, 1982; RÜSSE und SINOWATZ, 1998; DYCE et al., 2002; SALOMON et al., 2005; KÖNIG et al., 2009a). Sie nimmt eine enge Lagebeziehung zum Labmagen ein (BERG, 1982). Mit zunehmendem Alter und fortschreitender Entwicklung der Vormägen wird sie dann immer weiter nach rechts und nach dorsal verschoben. Der ursprüngliche Dorsalrand der Leber hat einen schrägen Verlauf von kranioventral nach kaudodorsal (SALOMON et al., 2005). Die Leber kann grob in einen linken und rechten Leberlappen eingeteilt werden. Die Dorsalverschiebung des rechten Leberlappens gegen den linken ist beim Neugeborenen nur gering, nimmt aber mit fortschreitendem Alter rasch zu (GEYER et al., 1971). Beim ausgewachsenen Rind erstreckt sich die Leber vom sechsten Interkostalraum aufsteigend bis zum zwölften bzw. bis zum Proximalende der 13. Rippe und kann diese gelegentlich nach kaudal überragen. Linker, rechter und ventraler Leberlappen der Wiederkäuer sind im Gegensatz zu anderen Tierarten nicht weiter unterteilt. Zwischen dem rechten und linken Leberlappen befindet sich dorsal der Leberpforte der dorsale Leberlappen mit dem Processus caudatus und dem Processus

papillaris (SALOMON et al., 2005; LÖFFLER und GÄBEL, 2008). An die Leber grenzen links der Pansenvorhof und die Haube, rechts der Psalter. Weiterhin hat die Leber Kontakt zur Pars cranialis des Duodenum, zur Bauchspeicheldrüse, zum Jejunum und zum kranialen Pol der rechten Niere (SALOMON et al., 2005).

4.6.1.1. Gallenblase und Gallengangsystem

Die Gallenblase liegt beim Rind an der Viszeralfläche der Leber. Sie hat beim erwachsenen Rind eine birnenförmige Gestalt (NICKEL et al., 1995). In den Interkostalräumen 10 und 11 ragt die Gallenblase je nach Füllungszustand über den ventralen Rand der Leber hinaus (SALOMON et al., 2005). Der Ductus hepaticus dexter und der Ductus hepaticus sinister, die aus Zusammenschlüssen kleinerer Gallengänge entstehen, vereinigen sich zum Ductus hepaticus communis, der sich mit dem Ductus cysticus vereinigt und schliesslich als Ductus choledochus in das Duodenum mündet (GEYER et al., 1971; KÖNIG et al., 2009a).

4.6.1.2. Blutversorgung der Leber

Beim Fetus zieht die V. umbilicalis zum Nabel. Diese Vene obliteriert nach der Geburt und wird zum Ligamentum teres hepatis. Im embryonalen Kreislauf besteht eine intrahepatische Verbindung von der V. umbilicalis zur V. cava caudalis. Dieser als Ductus venosus (Arantii) bezeichnete Shunt ist beim Wiederkäuer perinatal noch vorhanden (SALOMON et al., 2005).

Die Leberarterie (A. hepatica) führt der Leber als nutritives Gefäss Sauerstoff zu. Die Pfortader (V. portae) bringt der Leber nährstoffreiches Blut aus den unpaarigen Organen der Bauchhöhle. Bei Ultraschalluntersuchungen können die Äste der V. portae und die Lebervenen (Vv. hepaticae) dargestellt werden (KÖNIG et al., 2009a). Sowohl die Pfortader als auch die Leberarterie treten an der Leberpforte in die Leber ein (KÖNIG et al., 2009a).

4.6.2. Ultraschallbefunde an Leber und Gallenblase

Das Leberparenchym besteht aus vielen feinen Binnenechos. In das Parenchym eingebettet befinden sich die Gefäße, die sich im Ultraschall anechogen darstellen. Die ebenfalls im Leberparenchym verlaufenden Gallengänge sind normalerweise nicht darstellbar (BRAUN, 1990; GERBER, 1993; JUNG, 2002; BRAUN, 2009b). Das Leberparenchym des Kalbes stellt sich geringgradig reflexreicher als die Niere und geringgradig reflexärmer als die Milz dar (JUNG, 2002). Die Leber des neugeborenen Kalbes dehnt sich sogar bis auf die linke Körperseite aus (JUNG, 2002). Beim erwachsenen Rind kann die Leber am besten in den Interkostalräumen 10 bis 12 beurteilt werden. Die Parietalfläche der Leber kann als feine echodichte Linie dargestellt werden, während die Viszeralfläche manchmal schwer abzugrenzen ist (GERBER, 1993).

Die V. cava caudalis lässt sich beim adulten Rind nur in den kaudalen Interkostalräumen darstellen, während die V. portae überall dort, wo Leberparenchym zu sehen ist, gefunden werden kann. Die V. cava caudalis präsentiert sich beim adulten Rind im Querschnitt dreieckig. Ihr Durchmesser reicht von 1.8 bis 5.0 cm (BRAUN, 1990). Die Portalvene liegt ventral der V. cava caudalis. Sie kann beim Kalb, sowie auch beim adulten Tier, durch ein ausgeprägteres Wandecho von den Lebervenenästen unterschieden werden (GERBER, 1993; JUNG, 2002; BRAUN, 2009b). Die Portalvene weist beim adulten Rind eine runde Form mit sternförmigen Verzweigungen auf. Ihr Durchmesser nimmt von kaudal nach kranial ab (BRAUN, 2009b).

Die Gallenblase von Kalb und erwachsenem Rind besitzt eine ovale bis birnenförmige Gestalt und überragt die Leber je nach Füllungszustand ventral. Der Inhalt ist anechogen (BRAUN, 1990; LISCHER, 1991; GERBER, 1993, LISCHER und STEINER, 1993; JUNG, 2002, BRAUN, 2009b). JUNG (2002) konnte die Gallenblase in den ersten 14 Lebenstagen nur bei 20 % ihrer gesunden Kälber sehen. Auch LISCHER (1991) berichtete, dass er diese nur unregelmässig auffinden konnte. Die Gallenblase ist beim erwachsenen Rind am häufigsten in den Interkos-

talräumen 10 und 11 darstellbar. Meist ist sie nur in einem Interkostalraum sichtbar.

Beim Kalb kommt der Sonographie vor allem im Zusammenhang mit der Abklärung von Nabelerkrankungen eine grosse Bedeutung zu (LISCHER und STEINER, 1994; HEIDEMANN und GRUNERT, 1995; FLÖCK, 2003). So kann bei einer Omphalophlebitis die vergrösserte, in die Leber hineinziehende Nabelvene verfolgt werden. Auch abszedierende Veränderungen können gut dargestellt werden (LISCHER und STEINER, 1994; FLÖCK, 2003). Der sehr selten auftretende portosystemische Shunt ist eine weitere pathologische Veränderung beim Kalb. Bei einem Kalb, das von dieser Anomalie betroffen war, konnte die Verbindung zwischen der kranialen Mesenterialvene und der hinteren Hohlvene direkt visualisiert werden (BUCZINSKI et al., 2007).

5. MATERIAL UND METHODIK

5.1. Tiere

Die Untersuchungen wurden zwischen dem 7. April 2010 und dem 19. Mai 2011 an 6 männlichen Holstein-Friesian-Kälbern durchgeführt. Die Kälber waren 0 bis 1 Tage alt und stammten aus drei verschiedenen Betrieben, welche sie für dieses Projekt an das Departement für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich verkauft hatten. Sie waren klinisch gesund und wiesen ein Körpergewicht zwischen 33.5 und 55.0 kg auf (47.8 ± 8.01 kg).

5.2. Gesamtprojekt

Die Untersuchungen waren Teil eines Projekts, welches von mehreren Personen durchgeführt wurde und die folgenden Untersuchungen umfasste: Sonographische Untersuchung des Abdomens von Kälbern im Verlauf der ersten 100 Lebenstage (Sonka Krüger) und computertomographische Untersuchung von Kopf, Thorax und Abdomen von Kälbern im Verlauf der ersten 100 Lebenstage (Dissertationen und Postdoc-Projekte von Maximilian Abé, Charlotte Schnetzler und Mariano Makara). In einem weiteren Projekt wurden Untersuchungen über arterio-venöse Shunts an der Lunge durchgeführt (Simone Jenni). Alle Kälber wurden nach der letzten CT-Untersuchung in Narkose euthanasiert. Zwei Kälber wurden nach der Euthanasie am 105. Lebenstag im Institut für Veterinärpathologie der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich untersucht.

5.3. Voruntersuchungen

Die Kälber wurden nach der Einlieferung klinisch untersucht. Zudem wurden die folgenden weiteren Proben entnommen und untersucht:

- Harn: Makroskopische Beurteilung, Bestimmung des spezifischen Gewichts mit einem Handrefraktometer und Untersuchung mittels Harnteststreifen (Combur Test[®], Roche Pharma AG, Grenzach, Deutschland)

- Kot: Makroskopische Untersuchung und zusätzliche Untersuchung auf das Vorkommen von Rotaviren, Coronaviren, *E. coli* K 99 und Kryptosporidien mit Hilfe von Schnelltests (FASTest® ROTA, FASTest® BCV, FASTest® *E. coli*-99, FASTest® CRYPTO, Diagnostik MegaCor GmbH, Hörbranz, Österreich)
- Pansensaft: Makroskopische Untersuchung, pH-Wert-Bestimmung und Messung des Chloridgehalts
- Blut: Hämatologische und chemische Untersuchung
- Haut (Biopsieentnahme am Hals): Untersuchung auf Pestivirus-Antigen.

Die Eintrittsuntersuchung sollte sicherstellen, dass die Tiere zu Versuchsbeginn gesund waren und genug Kolostrum aufgenommen hatten, was für die Studie unerlässlich war. Die genannten Untersuchungen wurden von den Doktorierenden Maximilian Abé, Charlotte Schnetzler und Sonka Krüger gemeinsam durchgeführt und in der Dissertation von Charlotte Schnetzler (2012) ausführlich beschrieben.

5.4. Einstellprophylaxe, Haltung und Fütterung

Die Einstellprophylaxe sowie die Haltung und Fütterung der Kälber wurden in der Dissertation von Charlotte Schnetzler (2012) beschrieben.

5.5. Methodik der sonographischen Untersuchungen

5.5.1. Sonographisch untersuchte Organe

Die Ultraschalluntersuchung umfasste Haube, Pansen, Psalter, Labmagen, Milz und Leber.

5.5.2. Zeitpunkte der sonographischen Untersuchung

Die Kälber wurden insgesamt sechs Mal in einem Abstand von jeweils 3 Wochen sonographisch untersucht (Tab. 1). Die Untersuchungen fanden zwischen 3.0 und 5.5 Stunden nach der letzten Tränkeaufnahme statt. Der Labmagen wurde zusätzlich während dem Tränken mit Milch und direkt danach untersucht. Nach der vierten Untersuchung wurden die Kälber von der Milch abgesetzt und auf Heufütte-

rung umgestellt (Details siehe SCHNETZLER, 2012). Die Untersuchung der verschiedenen Organe wurde auf mehrere Untersuchungen an 1 bis 3 Tagen verteilt, um die Kälber nicht zu stark zu belasten.

Tab. 1: Tag der Untersuchung, Abstand zur letzten Tränke (Stunden) und Tränkemenge (l); $\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern

| Untersuchung | Lebenstag | Abstand zur Milchtränke (h) | Milchmenge (l) |
|--------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 1.9 ± 1.14 (1.0 – 4.0) | 4.6 ± 0.57 (3.0 – 5.5) | 1.7 ± 0.50 (1.0 – 3.0) |
| 2 | 19.7 ± 1.79 (16.0 – 23.0) | 4.7 ± 0.43 (4.0 – 5.5) | 2.2 ± 0.27 (2.0 – 3.0) |
| 3 | 41.0 ± 0.76 (40.0 – 43.0) | 4.9 ± 0.38 (3.5 – 5.5) | 2.6 ± 0.42 (2.0 – 3.0) |
| 4 | 62.1 ± 1.08 (60.0 – 64.0) | 4.7 ± 0.60 (3.0 – 5.5) | 2.6 ± 0.44 (2.0 – 4.0) |
| 5 | 82.8 ± 1.03 (81.0 – 85.0) | Keine Milch mehr | Keine Milch mehr |
| 6 | 99.2 ± 3.08 (95.0 – 104) | Keine Milch mehr | Keine Milch mehr |

5.5.3. Vorbereitung der Kälber

Die Ultraschalluntersuchungen wurden am stehenden, nicht sedierten Tier durchgeführt. Um einen besseren Kontakt zwischen Sonde und Hautoberfläche herzustellen, wurden die Tiere beidseits vom Schulterblatt bis zum Hüfthöcker und von den Querfortsätzen der Brust- und Lendenwirbel bis ventral in die Bauchmediane geschoren. Danach wurde die Haut mit Alkohol gereinigt und entfettet. Zusätzlich wurde Gleitgel (Vetogel[®], Streuli Pharma AG, Uznach) auf die Haut aufgebracht.

Die Ultraschallsonde wurde zur Optimierung mit Kontaktgel (Aquasonic® 100, Parker Laboratories, Inc.) bestrichen.

5.5.4. Ultraschallgerät und Schallköpfe

Die Ultraschalluntersuchungen wurden mit einem Ultrasound Scanner (EUB 8500, Hitachi Medical Systems, Zug) durchgeführt. Für alle Organe kam eine 5-MHz-Linearsonde zum Einsatz. Für die Untersuchung der Pansenwand wurde eine 13-MHz-Linearsonde verwendet. Das Ultraschallgerät wurde mit einem Videorecorder (Panasonic DVC Pro digital, Osaka, Japan) verbunden, um die Motorik von Haube, Pansenvorhof und Psalter sowie den Füllungsvorgang im Labmagen während der Milchaufnahme auf Video aufzuzeichnen.

5.5.5. Ermittlung des halben Bauchumfangs

Im Rahmen jeder Untersuchung wurde mit Hilfe eines Massbandes in den Interkostalräumen und der Flanke der Bauchumfang bestimmt.

5.5.6. Sonographische Untersuchung der Haube

Die Haube wurde in der Medianen oder links paramedian davon untersucht. Dazu wurde die Sonde parallel zur Längsachse des Tieres gehalten, so dass die Haubenspitze und dahinter der Labmagen oder der Pansenvorhof zu sehen waren. Zur Beurteilung der Haubenmotorik wurden 9-minütige Videos von der Haube aufgezeichnet. Die Sondenposition wurde so gewählt, dass die Bewegungen der Haube in die Tiefe nachvollzogen werden konnten. Zusätzlich wurde die Haube in den kranialen Interkostalräumen von rechts und von links, von kaudal nach kranial und in jedem Interkostalraum von dorsal nach ventral untersucht.

5.5.7. Sonographische Untersuchung des Pansens

Die Untersuchung des Pansens erfolgte beidseits in den Interkostalräumen 6 bis 12 und in der Flanke. Dabei wurden die einzelnen Interkostalräume und die Flanke

von dorsal nach ventral mit parallel zu den Rippen gehaltenem Schallkopf untersucht. Um Aufschluss über die Lage und Grösse des Pansens zu erhalten, wurden die dorsale und ventrale Pansengrenze sowie die Ausdehnung des Pansens bestimmt. Die Pansengrenzen wurden, bezogen auf die Rückenlinie, mit Hilfe eines Messbandes an der Körperoberfläche des Tieres gemessen. Die Ausdehnung des Pansens wurde durch Subtraktion der ventralen von der dorsalen Grenze errechnet. Ausserdem wurde die Lage der seitlichen Pansenfurche bestimmt und damit die Ausdehnung der einzelnen Pansensäcke ermittelt. Die Ausdehnung des dorsalen Pansensacks reichte von der dorsalen Begrenzung des Pansens bis zur Pansenfurche und diejenige des ventralen von der Pansenfurche bis zur ventralen Grenze des Pansens. Ebenfalls beschrieben wurde der Panseninhalt. Sofern eine Unterscheidung der Gas- von der Futterphase möglich war, wurde die Ausdehnung der Gasphase mittels Messband gemessen. Die Pansenwanddicke wurde im Bereich der dorsalen Grenze, der Pansenfurche und der ventralen Grenze mit Hilfe des 13-MHz-Schallkopfes bestimmt. Der Pansenvorhof wurde links am ventralen Rippenbogen mit parallel zur Längsachse des Tieres gehaltenem Schallkopf während 9 Minuten untersucht. Gleichzeitig wurde ein Video aufgezeichnet, um die Motorik des Pansenvorhofs zu beschreiben. Die Sondenposition wurde dabei so gewählt, dass der Übergang von der Haube zum Vorhof gesehen werden konnte.

5.5.8. Sonographische Untersuchung des Psalters

Zur Darstellung des Psalters wurden die Interkostalräume der rechten Körperseite von dorsal nach ventral mit parallel zu den Rippen gehaltenem Schallkopf untersucht. Bei den neugeborenen Kälbern wurde die Untersuchung auch von der linken Körperseite aus durchgeführt. Die Lage von dorsaler und ventraler Begrenzung sowie die Ausdehnung des Psalters wurden gleich wie beim Pansen ermittelt. Im Weiteren wurde die Darstellbarkeit der Psalterwand und der Psalterblätter beurteilt und es wurde eine 9-minütige Videoaufnahme angefertigt, um eine allfällige Psaltermotorik zu beschreiben. Schliesslich wurde notiert, welche Organe dem

Psalter benachbart waren.

5.5.9. Sonographische Untersuchung des Labmagens

Zur Darstellung des Labmagens wurden die Interkostalräume 5 bis 12 und die Flanken beidseits von der Medianen aus nach dorsal mit parallel zu den Rippen gehaltenem Schallkopf untersucht. Beurteilt wurden die Lage und Ausdehnung des Labmagens sowie die Darstellbarkeit von Labmagenwand, Labmagenfalten und Labmageninhalt. In der Medianen wurden einerseits der Abstand vom Xyphoid bis zur kranialen Labmagenbegrenzung und andererseits die Labmagenlänge gemessen. Die Darstellbarkeit des Pylorus wurde festgehalten. Während der Milchaufnahme wurde leicht links paramedian ein Video aufgezeichnet. Dabei wurde mit einer Stoppuhr die Zeit vom Beginn des Saugens bis zum Sichtbarwerden des Milcheinstroms im Labmagen gemessen. Die Kälber erhielten während des Versuchs 50 % der Tagesration Milch, die auf 12 % des Körpergewichts festgelegt war. Die Milch wurde vorher auf 39 °C erwärmt und in einem 10-Liter-Eimer angeboten. Die Milchaufnahme erfolgte über einen Sauger, welcher derart mit einem Schlauch verbunden war, dass die Milch mit kräftigen Saugbewegungen vom Boden des Tränkeimers angesaugt werden musste (Kälbersauger, Etro einfach, Landi-Agrar, Landi Bachtel, 8635 Dürnten). Unmittelbar nach dem Tränken wurde der Labmagen nochmals wie oben beschrieben bezüglich seiner Lage und Ausdehnung ausgemessen und der Inhalt wurde noch einmal kurz beurteilt.

5.5.10. Sonographische Untersuchung der Milz

Zur Beurteilung der Milz wurden die Interkostalräume der linken Körperseite analog zum Psalter untersucht. Zuerst wurde die Milz subjektiv beurteilt. Es wurde auf die Darstellbarkeit der Milzkapsel und die sonographische Beschaffenheit des Milzparenchyms geachtet. Um Aufschluss über die Grösse und Ausdehnung der Milz zu erhalten, wurden die obere und die untere Milzgrenze sowie die Ausdehnung der Milz wie für den Pansen beschrieben bestimmt. Zudem wurde die Milz-

dicke in jedem Interkostalraum an der Stelle ihrer grössten Ausdehnung mit den Cursormarken bestimmt.

5.5.11. Sonographische Untersuchung der Leber

Die Leber wurde auf der rechten Körperseite vom 5. Interkostalraum bis zur kranialen Flanke mit parallel zu den Rippen gehaltenem Schallkopf von dorsal nach ventral untersucht. Zuerst wurden Leber, Gallenblase, V. cava caudalis und V. portae subjektiv beurteilt. Dazu gehörte an der Leber die Beurteilung von Leberoberfläche, Leberparenchym, Leberdicke und Lebergefässen. An der Gallenblase wurden Lage, Grösse und Inhalt beurteilt, und es wurde geprüft, ob die extrahepatischen Gallengänge, d. h. der Ductus hepaticus, der Ductus cysticus und der Ductus choledochus, sichtbar waren. Dann wurden, wie beim erwachsenen Rind (GERBER, 1993), die dorsale und ventrale Lebergrenze ermittelt und daraus die Ausdehnung der Leber berechnet. Die Leberdicke wurde in jedem Interkostalraum mit Hilfe der elektronischen Cursormarken auf Höhe der Portalvene gemessen.

V. cava caudalis und V. portae

Zuerst wurde festgehalten, in welchen Interkostalräumen die V. cava caudalis und die V. portae sichtbar waren und welches Aussehen die Gefässe aufwiesen. Dann wurden bei beiden Gefässen mittels Cursormarken der Abstand von der Facies diaphragmatica der Leber und der Umfang sowie die Fläche bestimmt.

Messungen an der Gallenblase

Bei der Gallenblase wurde festgehalten, in welchem Interkostalraum sie sichtbar war. Dann wurden die Form, der Inhalt und die Wandbeschaffenheit der Gallenblase beschrieben und die Längs- und Querausdehnung mittels Cursormarken bestimmt.

5.6. Statistik

Die statistischen Berechnungen der Mittelwerte, Standardabweichungen und Häufigkeitsverteilungen wurden mit Hilfe des Programms STATA 12 (StataCorp LP, College Station, Texas, USA, 2011) durchgeführt. Die Daten wurden mit dem Wilk-Shapiro-Test auf Normalverteilung untersucht. Als normalverteilt wurden Verteilungen mit einem Wert von $P < 0.05$ angesehen. Für die Überprüfung von Signifikanzen der Pansen- und der Labmagenausdehnung sowie der Lage der Pansenfurche zwischen den Untersuchungszeitpunkten wurde eine faktorielle Varianzanalyse (ANOVA) mit Bonferroni-post-hoc-Test durchgeführt. In gleicher Weise wurde beim Vergleich der Pansenwanddicke an den verschiedenen Lokalisationen vorgegangen. Der Vergleich der Labmagenausdehnung vor und nach der Tränkeaufnahme sowie auch der Vergleich der beiden Pansensäcke wurde mittels t-Test analysiert. Ein P-Wert ≤ 0.05 wurde als signifikant angesehen.

5.7. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich

Am Zustandekommen der vorliegenden Arbeit waren neben der Klinik für Wiederkäuer (Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun) die folgenden Institutionen der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich beteiligt:

- Veterinärmedizinisches Labor (Prof. Dr. H. Lutz): Hämatologische und blutchemische Untersuchungen
- Abteilung für Bestandesmedizin (Prof. Dr. M. Hässig): Hilfe bei der statistischen Auswertung der Daten.

5.8. Tierversuchsbewilligung

Für die Untersuchungen lag eine Tierversuchsbewilligung (18/2010) des Kantonalen Veterinäramts Zürich vor.

6. ERGEBNISSE

6.1. Voruntersuchungen

Die Befunde der klinischen Untersuchung, der Blut-, Harn-, Pansensaft- und Kotuntersuchung wurden von den Doktoranden Charlotte Schnetzler, Maximilian Abé und Sonka Krüger gemeinsam erhoben.

Bei der Aufnahmeuntersuchung am Tag der Geburt bzw. am ersten Lebenstag wogen die Kälber zwischen 33.5 kg und 55.0 kg (47.8 ± 8.01 kg). Bei der klinischen Allgemeinuntersuchung waren die Kälber ruhig und aufmerksam, die Sauglust war vorhanden und der Nährzustand recht (1 Kalb) bis normal (5 Kälber). Die periphere Wärme war normal. Der Hautturgor war leicht erniedrigt (4 Kälber) bis normal (2 Kälber). Die Beurteilung des lymphatischen Systems war bei allen fünf Kälbern unauffällig. Die Herzfrequenz lag zwischen 92 und 140 Schlägen pro Minute (118.0 ± 16.54 Schläge pro Minute). Die Herztöne waren kräftig, regelmässig und gut abgesetzt. Die rektale Temperatur lag zwischen 38.3 °C und 39.1 °C (38.7 ± 0.31 °C). Die kapilläre Füllungszeit betrug bei allen Kälbern weniger als zwei Sekunden. Die Skleralgefässe waren bei allen 6 Kälbern fein gezeichnet. Die Maulschleimhäute waren bei 5 Kälbern rosa und bei einem Kalb verwaschen. Die Atemfrequenz lag zwischen 44 und 84 Atemzügen pro Minute (60.7 ± 15.93 Atemzüge pro Minute). Fünf Kälber zeigten eine kostoabdominale und ein Kalb eine abdominal betonte Atmung. Die Auskultation der Lunge ergab in allen Fällen ein verstärktes vesikuläres Atemgeräusch. Die Atemhemmung war bei allen Kälbern unauffällig.

Bei allen Kälbern konnte eine leise Grundmotorik des Pansens, aber keine deutliche Kontraktion gehört werden. Der Pansen war bei allen Tieren ungeschichtet und die Füllung war reduziert. Die Perkussionsauskultation war bei allen Tieren beidseits negativ. Die Schwingauskultation war bei einem Tier links positiv, bei den restlichen Tieren war sie beidseits negativ. Die Bauchdecke war bei 5 Tieren weich und bei einem Tier leicht gespannt. Der Nabel war bei zwei Tieren verdickt. Die Gelenke waren bei allen Tieren unauffällig.

6.1.1. Blutbefunde

Alle Kälber waren bei der Untersuchung auf BVD-Virus und IBR-Antikörper negativ. Die Ergebnisse der hämatologischen und blutchemischen Untersuchung sowie der Blutgasanalyse ergaben keine krankhaften Befunde (Anhang 1, 2 und 3).

6.1.2. Harnbefunde

Der Spontanharn war klar bis leicht trüb und variierte in der Farbe von hellgelb über gelb bis leicht orange. Der pH-Wert lag zwischen 5 und 8 (6.1 ± 1.02) und das spezifische Gewicht zwischen 1010 und 1034 g/dl (1016.8 ± 9.13 g/dl). Die Untersuchung mit Hilfe des Harnteststreifens (Combur Test[®], Roche Pharma AG, Grenzach, Deutschland) auf Leukozyten, Nitrit, Glukose und Ketonkörper war bei allen Kälbern negativ. Alle Kälber wiesen eine leicht- bis mittelgradige Proteinurie auf. Bei allen Tieren wurde eine ausgeprägte, kontaminationsbedingte Hämaturie oder Hämoglobinurie festgestellt.

6.1.3. Pansensaftbefunde

Nur bei 3 Kälbern konnte mit der Schlundsonde Pansensaft gewonnen werden. Der pH-Wert lag durchschnittlich bei 7.0. Der Pansensaft war bei 2 Tieren weisslich und trüb und bei einem Tier klar mit weissen Flocken. Der Geruch war neutral. Der Chloridgehalt konnte bei 2 Kälbern bestimmt werden und betrug 123.0 ± 17.68 mmol/l.

6.1.4. Kotbefunde

Der von allen Kälbern gewonnene Kot war braun, ocker oder olivfarben. Der Geruch war bei allen Kälbern normal. Bei einem Kalb war der Schnelltest für Kryptosporidien positiv. Die Kotproben der anderen Kälber reagierten in Bezug auf Kryptosporidien, *E. coli* K 99, Rota- und Coronaviren negativ.

6.1.5. Gesundheitszustand der Kälber im Verlauf der 100 Tage

Vier der sechs Kälber (Nummer 2, 4, 5, 7) erkrankten im Verlauf der Untersuchungen an einer leicht- bis mittelgradigen Bronchopneumonie mit Husten und mukopurulentem Nasenausfluss. Der Allgemeinzustand war leicht- bis mittelgradig gestört. Die Temperatur war zum Teil leicht erhöht. Die Sauglust war immer ungestört. Die Tiere wurden im akuten Fall mit Danofloxacin (1.25 mg/kg KGW, Advocid[®] 2.5 %, Pfizer AG, Zürich), Bromhexinhydrochlorid (30 – 45 mg/Kalb, Bisolvon[®], Boeringer Ingelheim GmbH, Basel) und Clenbuterol (0.8 µg/kg KGW, Ventipulmin[®], Boeringer Ingelheim GmbH) behandelt (Anhang 4). Zusätzlich bekamen die Kälber über drei Tage Flunixin (1.1 mg/kg KGW, Flunixinimin[®], Dr. E. Graeb AG, Bern). Bei einem Kalb (Nr. 7) besserten sich die Befunde trotz intensiver Behandlung nicht. Es wurde aus diesem Grund über fünf Tage mit Cefquinom (1 mg/kg KGW, Cobactan[®] 2.5 %, Veterinaria AG, Pfäffikon) behandelt und wegen eines Fieberschubs auf Florfenicol (20 mg/kg KGW alle 48 Stunden, Nuflor[®], Veterinaria AG) umgestellt. Das Kalb zeigte daraufhin eine klinische Besserung. Bei der nächsten Allgemeinanästhesie verschlechterte sich der Zustand jedoch massiv. Das Kalb zeigte unmittelbar nach der Narkose hochgradige Dyspnoe. Aus diesem Grund wurde dem Tier einmalig Tripelennamin (50 mg/100kg KGW, Vetibenzamin[®], Novartis AG, Basel) und Tulathromycin (2.5 mg/kg KGW, Draxxin[®] 10 %, Pfizer AG) verabreicht, worauf sich der Zustand stabilisierte. Die Kälber 2, 4, 5 und 7 erholten sich nicht vollständig von der Bronchopneumonie. Das Kalb 4 erkrankte am Tag 31 zusätzlich an einer eitrigen Omphaloarteriitis mit Abszessbildung. Das Kalb wurde, obwohl es keine Allgemeinstörungen und nie Fieber zeigte, über 10 Tage mit Amoxicillin (7 mg/kg Körpergewicht, Clamoxyl[®], Pfizer AG) intramuskulär und über drei Tage mit Flunixin (1.1 mg/kg KGW, Flunixinimin[®]) behandelt. Trotz intensiver Behandlung konnte sonographisch keine Verbesserung gesehen werden. Am 63. Lebenstag war der Allgemeinzustand reduziert. Das Kalb wurde am 64. Lebenstag in Allgemeinanästhesie operiert. Intraoperativ wurde eine grossflächige Verklebung des Netzes

mit dem Abszess festgestellt. Der Abszess mündete in die linke Nabelarterie. Das Operationsprozedere umfasste die Resektion des Abszesses und das Absetzen der linken Nabelarterie sowie die Entfernung des grossen Netzes im veränderten Bereich. Zusätzlich musste der kraniale Blasenpol reseziert werden. Das Tier wurde mit Amoxicillin (7.0 mg/kg Körpergewicht, Clamoxyl[®]) und Flunixin (1.1 mg/kg Körpergewicht, Flunixin[®]) nachbehandelt. Nach der Operation kam es zu einer raschen Erholung.

6.1.6. Pathologisch-anatomische Befunde

Bei einem der beiden sezierten Kälber (Nr. 2) wurden bei der Sektion eine mittelgradige, diffuse, akute, eitrige Bronchopneumonie, ein mittelgradiges, diffuses, akutes Labmagenödem, ein mittelgradiger Aszites mit modifiziertem Transsudat und als Nebenfund multifokale Hämozysten an der Trikuspidalklappe gefunden. Das andere Kalb (Nr. 3) wies eine ausgeprägte Hyperämie der Lunge auf, welche vermutlich bei der terminalen CT-Untersuchung entstanden war.

6.2. Halber Bauchumfang

Der halbe Bauchumfang nahm von der ersten bis zur sechsten Untersuchung zu. In der ersten Untersuchung erreichte er einen Maximalwert von 42.4 ± 2.44 cm im 8. Interkostalraum und in der sechsten einen solchen von 69.3 ± 4.57 cm im 12. Interkostalraum. Während der Untersuchungen 1 bis 3 unterschied sich der Bauchumfang in den verschiedenen Interkostalräumen nur wenig, ab der vierten Untersuchung nahm er vom 6. bis zum 12. Interkostalraum zu, um dann weiter kaudal wieder abzunehmen (Anhang 5).

6.3. Ultraschalluntersuchung der Haube

6.3.1. Sonographisches Erscheinungsbild

Die Haube konnte am besten in der Medianen oder leicht paramedian links dargestellt werden. Sie konnte aber in den Interkostalräumen 5, 6, 7, selten auch 8, auch

von der linken und rechten seitlichen Brustwand aus gesehen werden (Tab. 1 bis 5). Dabei war die Haube links im 6. Interkostalraum 2 Mal von insgesamt 28 sichtbaren Hauben und im siebten 16 Mal von 23 mit dem Vorhof überlagert. Sie war aufgrund der biphasischen Kontraktionen eindeutig zu identifizieren. Von rechts war die Haube in der ersten Lebenswoche bei einem Kalb im 7. Interkostalraum sichtbar (Abb. 1). Dorsal der Haube lag die Leber und ventral davon war der Labmagen darstellbar. Lateral zwischen Haube und seitlicher Bauchwand lag die Leber. Bei den anderen fünf Kälbern war die Haube als schmaler, flüssigkeitsgefüllter Sack, der dem Pansen dorsal und auch leicht lateral auflag, links ventral der Lunge und medial der Milz zu sehen (Abb. 2).

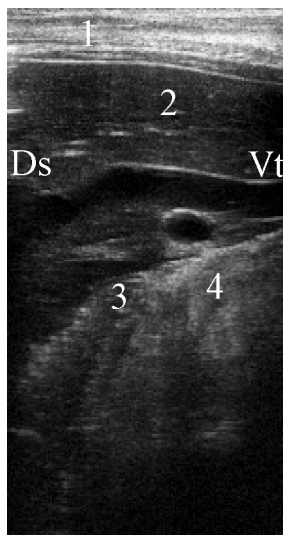


Abb. 1: Sonogramm der Haube bei einem 1 Tag alten Kalb im 7. Interkostalraum rechts. 1 Laterale Bauchwand, 2 Leber, 3 Haube, 4 Labmagen, Ds Dorsal, Vt Ventral

Ab der zweiten Untersuchung war die Haube bei allen 6 Tieren median oder leicht links paramedian darstellbar. Bei den jüngeren Kälbern lagen immer die Milz oder auch die Leber und die Milz zwischen Haube und Bauchwand. Mit fortschreitendem Alter der Tiere näherte sich die Haube der Bauchwand an und lag schliesslich

ab der 5. und 6. Untersuchung mehr oder weniger direkt an der ventralen Bauchwand.

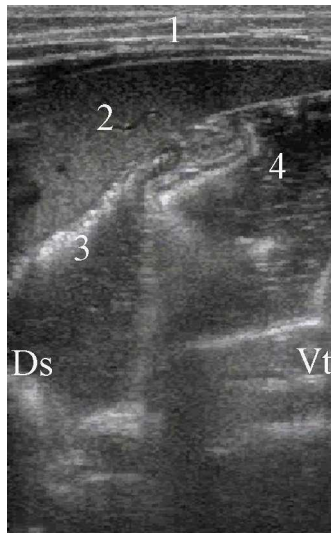


Abb. 2: Haube bei einem 2 Tage alten Kalb im 10. Interkostalraum links. 1 Seitliche Bauchwand, 2 Milz, 3 Haube, 4 Pansen, Ds Dorsal, Vt Ventral

Bei drei Kälbern war die Haube bereits bei der vierten Untersuchung mit einem Teil ihrer Wand direkt der Bauchwand anliegend und bei einem Kalb lag sie sogar in der dritten Untersuchung bereits mit ihrem kaudalen Ende direkt der Bauchwand an. Die Wand der Haube stellte sich immer als echogene Linie dar. Nur bei einem Kalb (Untersuchung 6) konnten die drei Schichten der Haubenwand gesehen werden. Der Inhalt der Haube konnte von der zweiten bis zur 6. Untersuchung aufgrund seiner gasigen Beschaffenheit meist nicht oder nur als wenig echogenes wolkiges Material nahe der Haubenwand dargestellt werden. Nur bei einem Kalb stellte sich der Haubeninhalt bei der zweiten Untersuchung noch homogen hypoecho gen dar. Die Ansätze der Haubenleisten konnten bei den Untersuchungen 1, 2, 5 und 6 bei 1, 2, 2 und 2 Kälbern andeutungsweise gesehen werden. Bei einem Kalb konnte die wabenartige Struktur der Haube anlässlich der letzten Untersuchung deutlich identifiziert werden (Abb. 3).

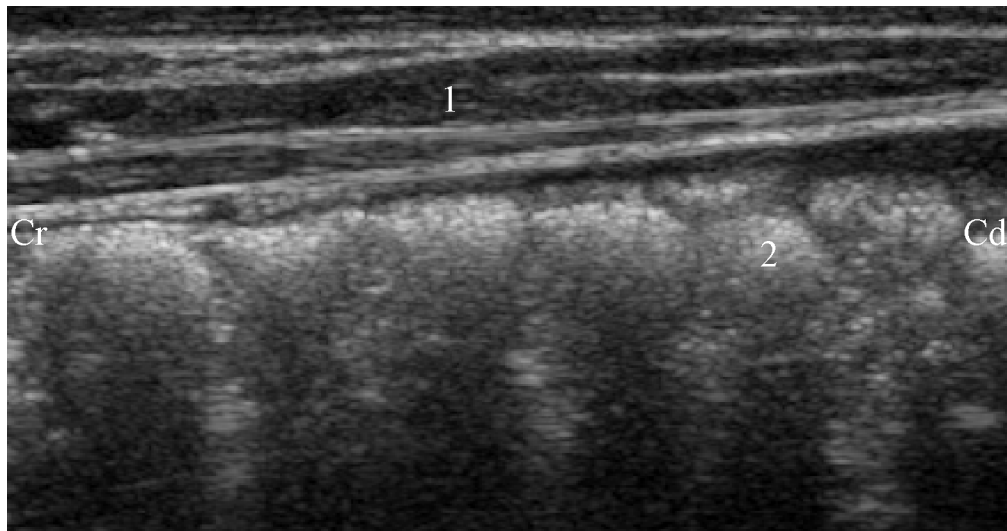


Abb. 3: Sonogramm der Haubenleisten bei einem 95 Tage alten Kalb (Untersuchung 6); aufgenommen in der Medianen. 1 Ventrale Bauchwand, 2 Haubenleisten, Cr Kranial, Cd Kaudal

Tab. 1: Darstellbarkeit der Haube von 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den Interkostalräumen 5 bis 8 bei der zweiten Untersuchung

| Kalb | Interkostalräume links | | | | Interkostalräume rechts | | | |
|------|------------------------|---|----------------|---|-------------------------|---|---|---|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 2 | | + | | | | | | |
| 3 | | + | + | | | + | + | + |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | + | + | + ¹ | | + | + | + | |
| 7 | | | + | | | | | |
| 8 | + | + | + ¹ | | + | + | + | |

¹ = Haube überlagert vom Pansenvorhof

Tab. 2: Darstellbarkeit der Haube von 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den Interkostalräumen 5 bis 8 bei der dritten Untersuchung (¹ siehe Tab. 1)

| Kalb | Interkostalräume links | | | | Interkostalräume rechts | | | |
|------|------------------------|---|----------------|---|-------------------------|---|---|---|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 2 | + | + | + ¹ | | | + | + | |
| 3 | | + | + | | | + | + | + |

Fortsetzung Tab. 2

| Kalb | Interkostalräume links | | | | Interkostalräume rechts | | | |
|------|------------------------|---|----------------|---|-------------------------|---|---|---|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 4 | + | + | | | | | | |
| 5 | + | + | + ¹ | | + | + | + | |
| 7 | + | + | + ¹ | | + | + | | |
| 8 | + | + | + ¹ | | + | + | + | |

Tab. 3: Darstellbarkeit der Haube von 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den Interkostalräumen 5 bis 8 bei der vierten Untersuchung (¹ siehe Tab. 1)

| Kalb | Interkostalräume links | | | | Interkostalräume rechts | | | |
|------|------------------------|---|----------------|---|-------------------------|---|---|---|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 2 | | + | + ¹ | | | + | + | |
| 3 | | + | + ¹ | + | | + | + | + |
| 4 | + | + | + ¹ | | + | + | | |
| 5 | + | + | + ¹ | | + | + | + | |
| 7 | + | + | + ¹ | | + | + | | |
| 8 | + | + | + ¹ | | + | + | + | |

Tab. 4: Darstellbarkeit der Haube von 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den Interkostalräumen 5 bis 8 bei der fünften Untersuchung (¹ siehe Tab. 1)

| Kalb | Interkostalräume links | | | | Interkostalräume rechts | | | |
|------|------------------------|----------------|----------------|---|-------------------------|---|---|---|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 2 | | + ¹ | | | | + | + | |
| 3 | | + | + | + | + | + | + | + |
| 4 | + | + ¹ | | | + | + | + | |
| 5 | + | + | | | + | + | + | |
| 7 | + | + | + ¹ | | + | + | + | |
| 8 | + | + | + ¹ | | + | + | | |

Tab. 5: Darstellbarkeit der Haube von 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den Interkostalräumen 5 bis 8 bei der sechsten Untersuchung (¹ siehe Tab. 1)

| Kalb | Interkostalräume links | | | | Interkostalräume rechts | | | |
|------|------------------------|---|----------------|---|-------------------------|---|---|---|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 2 | | + | + | + | | + | | |
| 3 | | + | + | + | | + | + | |
| 4 | + | + | | | + | + | | |
| 5 | + | + | + | | + | + | + | |
| 7 | + | + | + ¹ | | + | + | + | |
| 8 | + | + | + ¹ | | + | + | + | |

6.3.2. Motorik der Haube

Die Haube zeigte bei dem einen Kalb, bei dem sie bei der ersten Untersuchung sichtbar war, 5 vollständige biphasische Kontraktionen in 9 Minuten. Bei den 5 weiteren Kälbern, bei denen sie am zweiten und bei einem Kalb am vierten Lebenstag als sackförmiges Gebilde dorsal des Pansens zu sehen war, konnte in 2 Fällen keine Eigenmotorik und in 3 Fällen eine Motorik beobachtet werden. Bei einem dieser 5 Kälber füllte sich die Haube in 9 Minuten 3 Mal, bei einem anderen 5 Mal wirbelartig mit Flüssigkeit und nahm dabei eine rundliche Form an. Danach zog sie sich wieder zusammen und nahm die vorherige Form wieder an. Bei einem weiteren Kalb waren in 9 Minuten 4 monophasische und eine angedeutete biphasische Kontraktion sichtbar. Ab der zweiten Untersuchung waren bei allen Kälbern die typischen biphasischen Kontraktionen der Haube zu sehen.

6.4. Ultraschalluntersuchung des Pansens

6.4.1. Sonographisches Erscheinungsbild

Der Pansen konnte bei allen 6 Kälbern vom ersten Lebenstag an auf der linken Körperseite dargestellt werden. Er lag der seitlichen Bauchwand im kaudalen Abdomen direkt an. Weiter kranial schob sich zunehmend die Milz zwischen Pansen und seitliche Bauchwand. Der Inhalt des Pansens war bei der ersten Untersuchung

immer flüssig und stellte sich im Ultraschall anechogen mit hyperechogenen Stippchen dar. Das Erscheinungsbild des Panseninhalts variierte zwischen homogen und inhomogen. Bei 5 Kälbern lag dorsal der Flüssigkeit etwas Gas (Abb. 4). Bereits bei der zweiten Untersuchung entsprach das sonographische Bild des Panseninhalts demjenigen adulter Tiere. Der Futterbrei liess sich aufgrund des enthaltenen Gases nicht darstellen. Die Gasphase des Pansens konnte bei der Mehrheit der Kälber aufgrund ihrer typischen Reverberationsartefakte vom weiter ventral liegenden Futterbrei unterschieden werden. Der Übergang zur Futterphase war durch den abrupten Abbruch der Reverberationsartefakte gekennzeichnet (Abb. 5). Eine Unterscheidung zwischen fester und flüssiger Phase war in keinem Fall möglich.

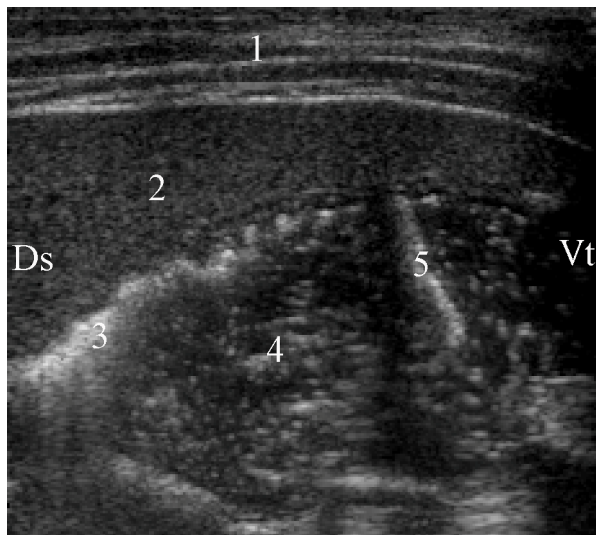


Abb. 4: Sonogramm des Pansens bei einem 2 Tage alten Kalb. 1 Seitliche Bauchwand, 2 Milz, 3 Gasphase, 4 Flüssigkeit im Pansen, 5 Pansenpfeiler, Ds Dorsal, Vt Ventral

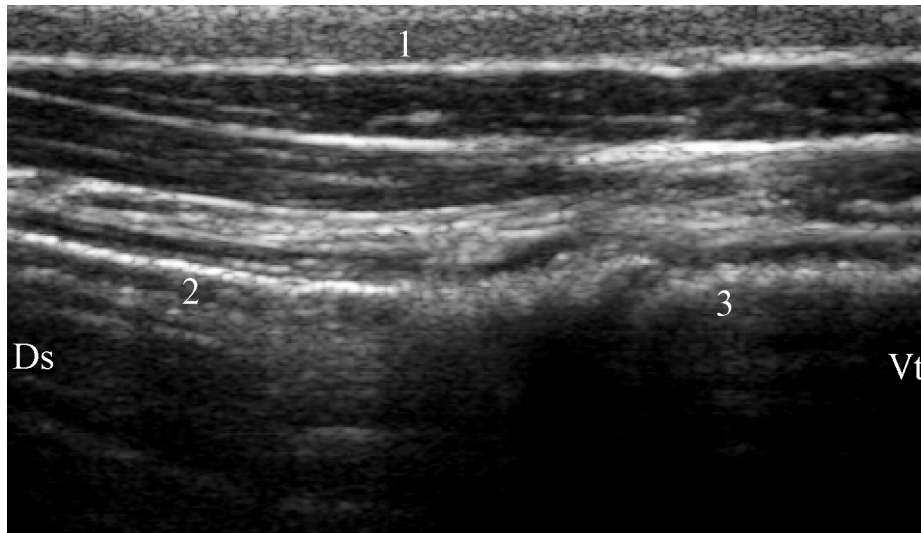


Abb. 5: Sonogramm des Pansens bei einem 64 Tage alten Kalb. Übergang von der Gasphase zur festen Phase in der kaudalen Flanke. 1 Seitliche Bauchwand, 2 Gasphase, 3 Feste Phase, Ds Dorsal, Vt Ventral

6.4.2. Darstellbarkeit des Pansens

In der ersten Lebenswoche lag der Pansen immer vollständig auf der linken Körperseite und konnte auch nur von dieser aus dargestellt werden. Er konnte bei allen Kälbern in den Interkostalräumen 9 bis 11 gesehen werden und reichte nur bei 3 Kälbern bis in die kraniale Flanke (Tab. 6). Ab der zweiten Untersuchung konnte der Pansen auch von rechts identifiziert werden, wo er meist kaudal und medial der Leber gelegen war.

Dorsale und ventrale Pansengrenzen

Im 6. Interkostalraum lag die dorsale Pansengrenze wegen der Überlagerung durch die Lunge und die lateral liegende Milz mit durchschnittlich 36.5 cm am weitesten von der Rückenmitte entfernt (Tab. 6). Nach kaudal verschob sich die dorsale Pansengrenze zunehmend nach dorsal und lag im 12. Interkostalraum nur noch zwischen 8.7 ± 2.60 und 11.8 ± 1.47 cm von der Mitte des Rückens entfernt. In der daran anschliessenden Flanke nahm der Abstand der dorsalen Pansengrenze

wieder leicht zu. Insgesamt vergrösserte sich der dorsale Abstand des Pansens zur Rückenmitte von der ersten bis zur vierten Untersuchung, um dann wieder leicht abzunehmen und sich zwischen der fünften und der sechsten Untersuchung kaum noch zu verändern (Tab. 6). Die ventrale Pansengrenze lag bei der ersten Untersuchung zwischen 16.7 ± 2.02 cm und 26.0 cm von der Rückenmitte entfernt (Tab. 7). Dieser Abstand nahm mit zunehmendem Alter zu, der Pansen dehnte sich immer weiter aus und reichte schliesslich von links über die Mediane hinaus bis nach rechts.

Ausdehnung des Pansens

Die deutlichste Grössenzunahme des Pansens vollzog sich zwischen der vierten und fünften Untersuchung, nachdem die Kälber von der Milch abgesetzt wurden. In den Interkostalräumen 7 bis 12 und in der Flanke trat zwischen der vierten und fünften Untersuchung eine signifikante Vergrösserung der Pansenausdehnung auf der linken Körperseite auf (Tab. 8).

Die Untersuchungsergebnisse über die Ausmessung des Pansens von rechts sind in den Anhängen 6 (dorsale Pansengrenze) und 7 (Ausdehnung) dargestellt.

Pansenfurche

Die seitliche Pansenfurche, welche den Pansen in den dorsalen und ventralen Pansen unterteilte, war bereits bei der ersten Untersuchung als Schleimhautfalte zu sehen, wobei die eigentliche Furche noch nicht ausgebildet war (Abb. 4). Lediglich bei zwei Kälbern war eine leichte Einziehung der Pansenwand vorhanden. Die Pansenfurche lag infolge Ausdehnung des Pansens in den Interkostalräumen 8 bis 12 bei der ersten Untersuchung und in der kranialen Flanke bei der zweiten Untersuchung signifikant weiter dorsal als bei der sechsten Untersuchung (Tab. 9).

Dorsaler und ventraler Pansensack

Durch die Pansenfurche wurde der Pansen in den dorsalen und den ventralen Pansensack unterteilt. Der dorsale Pansensack erreichte bei der ersten Untersuchung vom 8. bis zum 12. Interkostalraum eine Ausdehnung zwischen 1.7 ± 0.67 cm und 6.3 ± 3.21 cm (Tab. 10). Seine Ausdehnung nahm dann bis zur vierten Untersuchung innerhalb der einzelnen Interkostalräume zu. Zudem war der dorsale Pansen bereits ab der zweiten Untersuchung auch in der Flanke zu sehen. Zwischen der vierten und fünften Untersuchung vergrößerte sich die Ausdehnung des dorsalen Pansensacks am deutlichsten. Analoge Veränderungen wurden bei der Ausdehnung des ventralen Pansensacks beobachtet (Tab. 11). Seine maximale Ausdehnung betrug bei der ersten Untersuchung 6.7 ± 2.02 cm im 10. Interkostalraum und bei der sechsten Untersuchung 36.5 ± 3.39 cm in der kranialen Flanke (Tab.11). Der ventrale Pansensack war im 11. Interkostalraum bei der sechsten Untersuchung und im 12. Interkostalraum und in der kranialen Flanke bei der fünften und sechsten Untersuchung signifikant grösser als der dorsale Pansensack.

6.4.3. Pansenvorhof

Beim neugeborenen Kalb konnte der Pansenvorhof nicht identifiziert werden. Bereits ab der zweiten Untersuchung war er bei parallel zur Längsachse des Tieres gehaltener Sonde auf der linken Seite auf Höhe der Knorpel-Knochen-Grenze der Rippen zwischen Haube und Pansen als halbkreisförmige Struktur zu sehen. Seine Wand und sein Inhalt stellten sich wie beim Pansen dar. Die Motorik des Pansenvorhofs stellte sich als monophasische Kontraktion dar, welche unmittelbar nach der biphasischen Kontraktion der Haube auftrat.

6.4.4. Pansenwand

Die Pansenwand stellte sich sonographisch als echogene Linie dar. Dort, wo der Pansen der seitlichen Bauchwand direkt anlag, konnte mit der 13-MHz-Sonde auch eine Schichtung der Pansenwand erkannt werden. Dabei waren drei Schich-

ten zu sehen. Die Tunica serosa stellte sich als dünne echogene Linie zwischen dem Peritoneum und der Tunica muscularis dar. Die Tunica muscularis bildete eine echoarme Linie zwischen der Tunica serosa und der innen liegenden, ebenfalls echogenen Tunica mucosa. Auf Höhe der Pansenfurche und medial der Milz war die Pansenwand als eine unscharfe echogene Linie zu sehen. Ventral war die Schichtung bei den Untersuchungen 3, 4, 5 und 6 bei 2, 0, 2 und 2 Kälbern deutlich erkennbar. In denselben Untersuchungen war bei 2, 6, 2 und 4 Kälbern eine Schichtung der Wand ventral nur undeutlich zu sehen. Die Dicke der Pansenwand am dorsalen Rand (\bar{x}) lag im Interkostalraum 12 zwischen 0.85 ± 0.28 mm und 1.5 ± 0.55 mm (Tab. 12). Sie nahm mit der Entwicklung der Kälber und der Entwicklung des Pansens von der 1. bis zur 6. Untersuchung leicht, aber nicht signifikant, zu. Die unterschiedlichen Messorte (dorsal, Pansenfurche, ventral) unterschieden sich in Bezug auf die Pansenwanddicke nicht signifikant.

Der Abstand der dorsalen Pansengrenze von der Körperoberfläche war im 9., 10. und 11. Interkostalraum am grössten, weil hier die Milz zwischen Pansen und Bauchwand lag.

Tab. 6: Dorsale Pansengrenze (in cm) auf der linken Körperseite bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den Interkostalräumen (IKR) 6 bis 12 und in der Flanke ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern, Tierzahl in eckigen Klammern)

| Ort | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 6. IKR | - | - | - | - | 36.5 \pm 0.71 [2] (36.0 – 37.0) | - |
| 7. IKR | 22.0 \pm 2.83 [2] (20.0 – 24.0) | 26.4 \pm 1.89 [4] (24.5 – 29.0) | 28.9 \pm 2.04 [5] (26.0 – 31.5) | 34.1 \pm 6.03 [6] (29.0 – 46.0) | 31.8 \pm 4.18 [6] (27.0 – 39.0) | 31.3 \pm 4.13 [6] (27.5 – 39.0) |
| 8. IKR | 21.3 \pm 2.17 [5] (19.0 – 23.5) | 23.1 \pm 2.06 [6] (20.5 – 26.0) | 25.8 \pm 2.89 [6] (22.5 – 30.0) | 28.0 \pm 3.05 [6] (25.0 – 33.0) | 25.4 \pm 3.40 [6] (22.0 – 31.5) | 25.3 \pm 4.24 [6] (21.5 – 32.5) |
| 9. IKR | 19.1 \pm 2.25 [6] (16.0 – 23.0) | 19.9 \pm 2.27 [6] (17.0 – 23.0) | 21.2 \pm 1.75 [6] (19.5 – 24.5) | 22.6 \pm 2.42 [6] (20.0 – 26.0) | 18.8 \pm 3.83 [6] (15.5 – 26.0) | 18.1 \pm 4.67 [6] (12.0 – 25.5) |
| 10. IKR | 14.1 \pm 3.01 [6] (12.0 – 20.0) | 16.1 \pm 2.18 [6] (14.0 – 20.0) | 16.5 \pm 2.53 [6] (13.5 – 20.0) | 18.3 \pm 3.92 [6] (15.0 – 24.0) | 13.3 \pm 4.24 [6] (10.0 – 21.5) | 12.9 \pm 3.47 [6] (10.0 – 19.0) |
| 11. IKR | 11.3 \pm 2.38 [6] (9.0 – 15.5) | 12.8 \pm 2.14 [6] (14.0 – 20.0) | 12.8 \pm 2.04 [6] (10.5 – 16.0) | 14.6 \pm 2.38 [6] (12.0 – 18.0) | 10.5 \pm 3.13 [6] (10.0 – 21.5) | 9.8 \pm 1.57 [6] (8.0 – 12.5) |
| 12. IKR | 9.5 \pm 1.97 [3] (7.5 – 12.0) | 10.2 \pm 1.13 [6] (9.0 – 11.5) | 11.8 \pm 1.47 [6] (10.0 – 14.0) | 11.4 \pm 0.86 [6] (10.5 – 12.5) | 8.7 \pm 2.60 [6] (6.0 – 13.0) | 8.9 \pm 1.80 [6] (7.0 – 11.0) |
| Kraniale Flanke | 12.8 \pm 0.29 [3] (12.5 – 13.0) | 14.8 \pm 1.75 [5] (13.0 – 16.5) | 13.6 \pm 1.36 [6] (12.0 – 15.0) | 13.8 \pm 1.37 [6] (11.5 – 15.0) | 12.7 \pm 1.54 [6] (10.5 – 15.0) | 12.8 \pm 1.04 [6] (11.5 – 14.5) |
| Kaudale Flanke | - | 14.3 \pm 0.35 [2] (14.0 – 14.5) | 14.3 \pm 0.50 [4] (14.0 – 15.0) | 17.2 \pm 3.35 [5] (15.0 – 23.0) | 14.1 \pm 1.16 [6] (13.0 – 16.0) | 14.4 \pm 1.66 [6] (12.0 – 17.0) |

Tab. 7: Ventrale Pansengrenze (in cm) auf der linken Körperseite bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den Interkostalräumen (IKR) 6 bis 12 und in der Flanke ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern, Tierzahl in eckigen Klammern)

| Ort | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 6. IKR | - | - | - | - | 46.0 \pm 1.41 [2] (45.0 – 47.0) | - |
| 7. IKR | 26.0 \pm 0.00 [2] (26.0 – 26.0) | 31.6 \pm 2.36 [4] (29.5 – 35.0) | 34.8 \pm 2.80 [5] (32.5 – 39.5) | 43.6 \pm 8.91 [6] (35.0 – 59.5) | 47.6 \pm 2.82 [6] (44.0 – 51.0) | 47.1 \pm 3.84 [6] (44.5 – 54.5) |
| 8. IKR | 25.9 \pm 2.82 [5] (22.5 – 29.0) | 33.7 \pm 3.60 [6] (28.5 – 37.0) | 36.8 \pm 2.91 [6] (35.0 – 42.5) | 39.6 \pm 4.96 [6] (34.0 – 47.0) | 50.5 \pm 2.88 [6] (48.0 – 56.0) | 53.2 \pm 4.37 [6] (46.0 – 57.5) |
| 9. IKR | 24.8 \pm 2.07 [6] (17.5 – 28.5) | 33.0 \pm 3.94 [6] (27.0 – 38.0) | 33.2 \pm 4.57 [6] (28.5 – 41.0) | 37.7 \pm 3.49 [6] (33.0 – 43.5) | 55.5 \pm 2.12 [2] (54.0 – 57.0) | 56.7 \pm 5.01 [3] (51.0 – 60.5) |
| 10. IKR | 21.0 \pm 3.48 [6] (15.0 – 24.5) | 30.6 \pm 4.63 [6] (24.0 – 36.0) | 32.3 \pm 3.89 [6] (28.0 – 37.0) | 39.3 \pm 4.93 [6] (35.0 – 47.0) | 53.5 \pm 0.71 [2] (53.0 – 54.0) | 60.3 \pm 0.35 [2] (60.0 – 60.5) |
| 11. IKR | 21.0 \pm 3.48 [6] (17.5 – 28.5) | 29.7 \pm 4.08 [6] (24.0 – 35.5) | 32.4 \pm 3.57 [6] (27.0 – 36.5) | 37.7 \pm 5.39 [6] (34.0 – 46.0) | 58.8 \pm 5.30 [2] (55.0 – 62.5) | 64.0 \pm 2.65 [3] (62.0 – 67.0) |
| 12. IKR | 18.3 \pm 1.92 [5] (15.0 – 24.5) | 27.7 \pm 4.92 [6] (20.0 – 34.5) | 32.0 \pm 4.57 [6] (27.5 – 38.0) | 38.5 \pm 7.16 [6] (33.0 – 49.0) | 62.0 \pm 4.24 [2] (59.0 – 65.0) | 67.3 \pm 4.65 [3] (63.5 – 72.5) |
| Kraniale Flanke | 16.7 \pm 2.02 [3] (14.5 – 18.5) | 28.9 \pm 4.87 [5] (26.0 – 37.5) | 32.0 \pm 5.38 [6] (27.0 – 42.0) | 37.7 \pm 7.85 [6] (31.5 – 50.0) | 64.0 \pm 5.66 [2] (60.0 – 68.0) | 65.3 \pm 3.62 [3] (63.0 – 69.5) |
| Kaudale Flanke | - | 28.3 \pm 4.60 [2] (25.0 – 31.5) | 32.0 \pm 7.53 [4] (23.0 – 41.0) | 36.6 \pm 9.34 [5] (27.0 – 48.0) | 63.0 \pm 0.00 [1] (63.0 – 63.0) | - |

Tab. 8: Ausdehnung des Pansens (in cm) auf der linken Körperseite bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den Interkostalräumen (IKR) 6 bis 12 und in der Flanke ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Ort | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 6. IKR | - | - | - | - | 9.5 \pm 0.71 (9.0 – 10.0) | - |
| 7. IKR | 4.0 \pm 2.83 (2.0 – 4.0) | 5.0 ¹ (2.0 – 9.0) | 5.9 \pm 2.72 (2.5 – 10.0) | 9.5 \pm 3.92 (5.0 – 13.5) | 15.8 \pm 3.63 * (10.5 – 19.5) | 15.8 \pm 1.99 (12.5 – 18.5) |
| 8. IKR | 4.6 \pm 3.49 (0.50 – 10.0) | 10.6 \pm 3.46 (4.5 – 14.0) | 11.1 \pm 2.22 (8.5 – 14.0) | 11.6 \pm 2.48 (8.0 – 14.0) | 25.1 \pm 4.12 * (17.5 – 30.0) | 27.8 \pm 5.22 (21.5 – 36.0) |
| 9. IKR | 5.7 \pm 1.97 (3.5 – 8.5) | 13.1 \pm 4.07 * (10.0 – 20.5) | 12.0 \pm 3.24 (9.0 – 16.5) | 15.1 \pm 2.08 (12.5 – 17.5) | 38.0 \pm 5.34 * (28.0 – 43.5) | 41.0 \pm 5.66 (35.0 – 49.0) |
| 10. IKR | 9.8 \pm 2.77 (5.0 – 12.5) | 14.5 \pm 4.31 (10.0 – 21.5) | 15.8 \pm 4.46 (11.0 – 22.0) | 21.0 \pm 6.35 (13.0 – 29.0) | 44.8 \pm 7.57 * (32.5 – 52.3) | 48.5 \pm 3.85 (41.5 – 52.5) |
| 11. IKR | 9.8 \pm 2.96 (6.0 – 14.0) | 16.8 \pm 5.07 (9.5 – 23.5) | 19.7 \pm 3.24 (16.0 – 24.0) | 23.1 \pm 6.31 (16.0 – 31.0) | 50.9 \pm 6.25 * (38.5 – 56.0) | 54.8 \pm 2.18 (52.0 – 57.5) |
| 12. IKR | 8.8 \pm 3.35 (4.5 – 12.5) | 17.5 \pm 5.46 (10.0 – 25.5) | 20.2 \pm 4.23 (14.5 – 26.0) | 27.1 \pm 7.10 (20.5 – 36.5) | 54.8 \pm 4.83 * (46.0 – 59.0) | 58.5 \pm 2.44 (55.5 – 61.5) |
| Kraniale Flanke | 3.8 \pm 1.76 (2.0 – 5.5) | 14.1 \pm 6.10 (9.5 – 24.5) | 18.4 \pm 4.75 (13.5 – 27.0) | 23.8 \pm 7.67 (16.5 – 36.0) | 50.4 \pm 4.41 * (45.0 – 57.5) | 54.0 \pm 3.41 (49.0 – 57.8) |
| Kaudale Flanke | - | 14.0 \pm 4.95 (10.5 – 17.5) | 17.8 \pm 7.46 (9.0 – 27.0) | 23.0 \pm 9.30 (13.0 – 33.0) | 45.3 \pm 2.81 * (41.5 – 47.5) | 48.1 \pm 5.07 (40.5 – 55.0) |

* = Differenz zur vorausgehenden Untersuchung: $P \leq 0.05$, ANOVA Varianzanalyse mit Bonferroni-Test

¹ Median angegeben, da keine Normalverteilung vorlag

Tab. 9: Lage der Pansenfurche (cm von der Rückenmitte) in den Interkostalräumen (IKR) 7 bis 12 und in der Flanke ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern, Tierzahl in eckigen Klammern)

| Ort | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----------------|--|--|--|--|--------------------------------------|--|
| 7. IKR | - | - | - | - | 41.2 \pm 1.04 [3] (40.0 – 42.0) | 40.0 \pm 0.00 [1] (40.0 – 40.0) |
| 8. IKR | 23.3 \pm 0.35 * [2] (23.0 – 23.5) | 26.4 \pm 2.07 * [5] (23.0 – 28.0) | 30.6 \pm 2.30 * [5] (28.0 – 34.0) | 33.6 \pm 4.10 * [5] (30.0 – 39.0) | 42.8 \pm 4.34 [6] (37.0 – 47.0) | 42.0 ¹ [5] (41.5 – 44.0) |
| 9. IKR | 20.9 \pm 2.19 * [5] (18.0 – 24.0) | 25.1 \pm 2.60 * [6] (20.5 – 28.0) | 27.8 \pm 2.56 * [6] (24.0 – 31.0) | 32.3 \pm 3.97 * [6] (28.0 – 38.5) | 39.8 \pm 4.17 [6] (34.5 – 44.5) | 40.4 \pm 5.19 [6] (34.0 – 48.5) |
| 10. IKR | 17.5 \pm 1.32 * [3] (16.0 – 18.5) | 23.2 \pm 2.64 * [6] (19.0 – 27.0) | 24.6 \pm 1.59 * [6] (22.5 – 26.5) | 27.8 \pm 3.50 * [6] (24.0 – 32.0) | 37.2 \pm 3.93 [6] (33.0 – 43.0) | 36.5 \pm 2.83 [6] (32.0 – 40.0) |
| 11. IKR | 17.0 \pm 3.51 * [3] (13.0 – 20.0) | 21.4 \pm 2.08 * [6] (19.0 – 24.5) | 22.5 \pm 1.34 * [6] (21.0 – 24.5) | 24.9 \pm 2.73 * [6] (21.0 – 29.0) | 33.9 \pm 2.65 [6] (31.0 – 38.5) | 33.7 \pm 3.34 [6] (28.5 – 37.5) |
| 12. IKR | 13.5 \pm 3.54 * [2] (11.0 – 16.0) | 22.8 \pm 2.57 * [3] (20.0 – 25.0) | 22.5 \pm 3.71 * [5] (17.0 – 26.5) | 25.5 \pm 1.66 * [5] (23.5 – 27.0) | 30.8 \pm 3.19 [6] (27.0 – 35.0) | 32.6 \pm 3.41 [6] (29.0 – 37.0) |
| Kraniale Flanke | - | 22.0 \pm 0.50 * [3] (21.5 – 22.5) | 23.5 \pm 3.32 * [5] (19.0 – 28.0) | 27.4 \pm 5.16 [6] (22.0 – 35.5) | 28.3 \pm 1.08 [6] (27.0 – 29.5) | 30.3 \pm 3.43 [6] (27.0 – 36.5) |
| Kaudale Flanke | - | 25.5 \pm 0.00 [1] (25.5 – 25.5) | 28.0 ¹ [3] (25.0 – 28.0) | 32.0 \pm 1.41 [2] (31.0 – 33.0) | 33.1 \pm 3.09 [6] (28.5 – 38.0) | 34.6 \pm 4.41 [6] (28.0 – 40.0) |

* Differenz zur Untersuchung 6: $P \leq 0.05$, ANOVA Varianzanalyse mit Bonferroni-Test

¹ Median angegeben, da keine Normalverteilung vorlag

Tab. 10: Ausdehnung des dorsalen Pansensacks (cm) in den Interkostalräumen (IKR) 7 bis 12 und in der Flanke ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Ort | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|--------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 7. IKR | - | - | - | - | 10.2 \pm 2.47 (8.5 – 13.0) | 11.0 \pm 0.00 (11.0 – 11.0) |
| 8. IKR | 2.3 \pm 2.47 (0.50 – 4.0) | 3.9 \pm 1.95 (2.0 – 7.0) | 4.9 \pm 1.95 (3.0 – 8.0) | 6.6 \pm 2.33 (4.0 – 9.5) | 17.4 \pm 3.38 (12.0 – 20.5) | 19.0 ¹ (15.0 – 20.0) |
| 9. IKR | 1.7 \pm 0.67 (1.0 – 2.5) | 5.0 ¹ (3.5 – 9.0) | 6.7 \pm 2.36 (4.5 – 11.0) | 9.7 \pm 2.09 (7.5 – 12.5) | 21.1 \pm 4.87 (13.0 – 25.5) | 22.3 \pm 2.68 (18.0 – 26.0) |
| 10. IKR | 5.2 \pm 1.53 (3.5 – 6.5) | 7.1 \pm 3.06 (4.0 – 12.5) | 8.1 \pm 3.22 (4.5 – 12.5) | 9.5 \pm 2.95 (4.5 – 13.0) | 23.8 \pm 6.92 (11.5 – 31.0) | 23.6 \pm 2.31 (20.0 – 25.5) |
| 11. IKR | 6.3 \pm 3.21 (4.0 – 10.0) | 8.6 \pm 2.52 (5.5 – 12.5) | 9.8 \pm 2.23 (7.0 – 12.0) | 10.3 \pm 2.40 (7.5 – 23.5) | 23.4 \pm 3.92 (17.5 – 28.5) | 23.8 \pm 2.66 (19.5 – 27.0) |
| 12. IKR | 2.3 \pm 2.47 (0.5 – 4.0) | 13.0 \pm 3.97 (8.5 – 16.0) | 10.5 \pm 3.08 (7.0 – 14.0) | 14.0 \pm 1.90 (11.0 – 16.0) | 22.2 \pm 4.30 (17.5 – 27.5) | 23.7 \pm 2.68 (19.0 – 26.0) |
| Kraniale Flanke | - | 7.8 \pm 2.08 (5.5 – 9.5) | 9.9 \pm 2.19 (7.0 – 13.0) | 13.6 \pm 4.92 (9.0 – 21.0) | 16.3 ¹ (12.0 – 16.5) | 17.6 \pm 2.42 (15.5 – 22.0) |
| Kaudale Flanke | - | 11.5 \pm 0.00 (11.5 – 11.5) | 12.7 \pm 1.53 (11.0 – 14.0) | 16.5 \pm 2.12 (15.0 – 18.0) | 19.0 \pm 3.58 (14.0 – 24.5) | 20.0 \pm 5.11 (13.0 – 25.5) |

¹ Median angegeben, da keine Normalverteilung vorlag

Tab. 11: Ausdehnung des ventralen Pansensacks (cm) in den Interkostalräumen (IKR) 7 bis 12 und in der Flanke ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Ort | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 7. IKR | - | - | - | - | 8.0 \pm 2.65 (6.0 – 11.0) | 5.0 \pm 0.00 (5.0 – 5.0) |
| 8. IKR | 5.3 \pm 1.06 (4.5 – 6.0) | 6.8 \pm 2.84 (2.5 – 10.0) | 6.6 \pm 1.19 (5.5 – 8.5) | 4.5 \pm 1.32 (3.0 – 6.5) | 7.7 \pm 3.87* (2.0 – 13.0) | 10.6 \pm 4.44* (4.5 – 16.0) |
| 9. IKR | 4.4 \pm 1.64* (2.5 – 6.5) | 7.9 \pm 2.84 (5.5 – 11.5) | 5.3 \pm 3.25 (2.0 – 11.0) | 5.4 \pm 1.50* (3.5 – 8.0) | 16.9 \pm 4.77 (11.5 – 24.0) | 18.6 \pm 4.20 (12.0 – 23.0) |
| 10. IKR | 6.7 \pm 2.02 (4.5 – 8.5) | 7.4 \pm 3.23 (2.5 – 11.0) | 7.8 \pm 2.98 (3.5 – 12.0) | 11.5 \pm 4.31 (5.0 – 16.0) | 20.9 \pm 3.65 (17.0 – 25.3) | 24.9 \pm 3.40 (21.5 – 29.8) |
| 11. IKR | 4.0 ¹ (2.0 – 4.0) | 8.3 \pm 4.51 (1.5 – 15.5) | 9.9 \pm 3.06 (6.0 – 13.5) | 12.8 \pm 4.17 (8.5 – 18.0) | 27.5 \pm 4.30 (21.0 – 30.0) | 30.1 ¹ * (28.5 – 37.8) |
| 12. IKR | 3.3 \pm 1.06 (2.5 – 4.0) | 8.0 \pm 2.18 (5.5 – 9.5) | 9.1 \pm 6.67 (1.0 – 17.0) | 14.0 \pm 7.37 (7.0 – 22.0) | 32.7 \pm 4.57* (28.0 – 37.0) | 34.9 \pm 2.99* (30.5 – 39.8) |
| Kraniale Flanke | - | 8.3 \pm 5.86 (4.0 – 15.0) | 9.5 \pm 3.74 (6.0 – 14.0) | 10.3 \pm 4.01 (6.5 – 18.0) | 34.8 \pm 3.56* (31.0 – 41.0) | 36.5 \pm 3.39* (33.0 – 41.8) |
| Kaudale Flanke | - | 6.0 \pm 0.00 (6.0 – 6.0) | 8.0 \pm 4.36 (5.0 – 13.0) | 14.5 \pm 0.71 (14.0 – 15.0) | 26.3 \pm 5.83 (17.0 – 33.5) | 29.6 \pm 7.57 (19.3 – 38.5) |

* Differenz zum dorsalen Pansensack: $P \leq 0.05$, gepaarter t-Test

¹ Median angegeben, da keine Normalverteilung vorlag

Tab. 12: Pansenwanddicke (in mm) bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den ersten 100 Lebenstagen im Interkostalraum 12 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern, Tierzahl in eckigen Klammern)

| Untersuchung | Dorsal | Pansenfurche | Ventral |
|--------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 0.85 \pm 0.28 [6] (0.40 – 1.2) | 1.0 \pm 0.42 [2] (0.70 – 1.3) | 0.87 \pm 0.25 [6] (0.60 – 1.3) |
| 2 | 1.0 \pm 0.19 [6] (0.70 – 1.2) | 1.6 \pm 0.86 [3] (0.80 – 2.5) | 1.2 \pm 0.54 [6] (0.70 – 2.2) |
| 3 | 1.5 \pm 0.55 [6] (0.90 – 2.2) | 1.4 \pm 0.49 [5] (0.90 – 2.2) | 1.7 \pm 0.63 [6] (1.1 – 2.6) |
| 4 | 1.5 \pm 0.53 [6] (1.0 – 2.4) | 1.7 \pm 0.70 [5] (1.2 – 2.8) | 1.8 \pm 0.96 [6] (0.80 – 3.3) |
| 5 | 1.3 \pm 0.32 [6] (1.0 – 1.8) | 1.8 \pm 0.63 [6] (1.1 – 2.8) | 2.0 \pm 0.94 [6] (0.90 – 3.4) |
| 6 | 1.4 \pm 0.31 [6] (1.0 – 1.9) | 1.6 \pm 0.38 [6] (1.1 – 1.9) | 1.7 \pm 0.37 [6] (1.3 – 2.3) |

6.5. Ultraschalluntersuchung des Psalters

6.5.1. Sonographisches Erscheinungsbild

Der Psalter konnte sonographisch bei allen Kälbern zu jedem Untersuchungszeitpunkt dargestellt werden. Am besten war er im 8. oder 9. Interkostalraum zu sehen. Der Psalter zeigte sich als halbkreis- bis kugelförmiges Organ. Die medial liegende Wand konnte bei 5 neugeborenen Kälbern dargestellt werden, so dass der Umriss des Psalters vollständig zu sehen war (Abb. 6). Bei den neugeborenen Kälbern war der Inhalt des Psalters echogen und die Psalterblätter waren als leichte Streifen zu erkennen (Abb. 6). Ab der zweiten Untersuchung konnte der Inhalt aufgrund der gasigen Beschaffenheit wie beim adulten Rind nicht mehr gesehen werden.

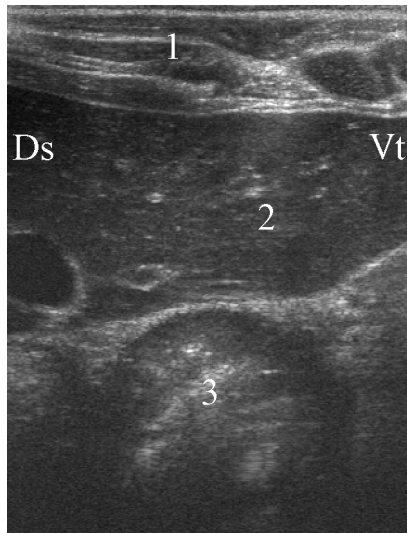


Abb. 6: Sonogramm des Psalters bei einem 1 Tag alten Kalb im 8. Interkostalraum rechts. Die Psalterblätter sind als echogene Streifen deutlich zu erkennen. 1 Seitliche Bauchwand, 2 Leber, 3 Psalter, Ds Dorsal, Vt Ventral

Die Psalterwand war als echogene Linie sichtbar. Die Ansätze der Psalterblätter konnten bei den Untersuchungen 2, 3, 4, 5 und 6 bei 1, 1, 2, 5 und 2 Kälbern als in das Lumen hinein ragende echogene Zapfen dargestellt werden (Abb. 7).

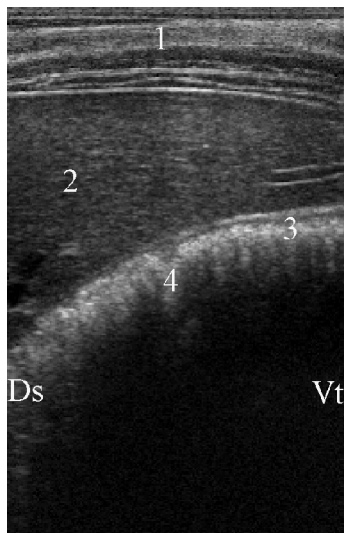


Abb. 7: Sonogramm des Psalters bei einem 104 Tage alten Kalb im 7. Interkostalraum rechts. 1 Seitliche Bauchwand, 2 Leber, 3 Psalterwand, 4 Ansatz eines Psalterblattes, Ds Dorsal, Vt Ventral

Der Psalter konnte bei den Untersuchungen 1 bis 4 von rechts in den Interkostalräumen 6 bis 10 und bei den Untersuchungen 5 und 6 in den Interkostalräumen 6 bis 9 dargestellt werden (Tab. 13). Bei 4 Kälbern war der Psalter bei der ersten Untersuchung auch von links in den Interkostalräumen 7 bis 10 sichtbar. Auf der rechten Seite lag die dorsale Psaltergrenze im 6. Interkostalraum am weitesten von der Rückenmitte entfernt. Die ventrale Psaltergrenze lag bei den Untersuchungen 1 bis 3 ebenfalls im 6. Interkostalraum am weitesten von der Rückenmitte entfernt (Tab. 14). Die Ausdehnung des Psalters war in den Interkostalräumen 8 (Untersuchungen 1, 3, 5 und 6) und 10 (Untersuchungen 2 und 4) am grössten (Tab. 15). Sie nahm im 8. Interkostalraum von durchschnittlich 7.4 cm bei der ersten Untersuchung auf 24.9 cm bei der sechsten Untersuchung zu. Der Psalter lag bei der letzten Untersuchung bei einem Kalb konstant der Bauchwand an und war bei 2 Kälbern ab und zu direkt der seitlichen Bauchwand anliegend.

6.5.2. Nachbarorgane des Psalters

Dorsal waren dem Psalter Därme und weiter kranial die Lunge benachbart. Ebenfalls konnte der Pansen medial der Leber und dorsal des Psalters gesehen werden. Die Leber lag dem Psalter dorsolateral an. Ventral des Psalters lagen der Labmagen und bei den älteren Tieren auch die Haube, weiter kaudal waren auch Därme zu sehen. Lateral des Psalters waren von rechts Leber, Gallenblase und auch Dünndarmschlingen zu sehen. Medial des Psalters konnten die benachbarten Organe nicht dargestellt werden. Kranial des Psalters lag bei den neugeborenen Kälbern der Labmagen und bei der zweiten Untersuchung bereits bei 5 Kälbern die Haube. Kaudal des Psalters konnten Därme und medial der Därme der Pansen gesehen werden.

6.5.3. Motorik des Psalters

Bei allen 6 Kälbern konnte keine eindeutige Motorik des Psalters beobachtet werden.

Tab. 13: Dorsale Psaltergrenze (cm von der Rückenmitte) auf der rechten Körperseite bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den Interkostalräumen (IKR) 6 bis 10 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern, Tierzahl in eckigen Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 6 | 35.5 \pm 0.00 [1] (35.5 – 35.5) | 35.7 \pm 2.02 [3] (34.5 – 38.0) | 35.3 \pm 0.87 [4] (3.5 – 3.7) | 38.8 \pm 6.60 [4] (31.0 – 46.0) | 34.3 \pm 3.79 [3] (30.0 – 37.0) | 37.5 \pm 0.50 [3] (37.0 – 38.0) |
| 7 | 26.5 \pm 5.89 [3] (21.5 – 33.0) | 26.6 \pm 2.77 [5] (22.0 – 29.0) | 31.3 \pm 3.14 [6] (27.0 – 35.0) | 34.9 \pm 5.02 [6] (28.0 – 41.0) | 32.3 \pm 3.43 [6] (28.0 – 36.5) | 33.1 \pm 4.64 [6] (27.5 – 41.0) |
| 8 | 23.5 \pm 3.26 [6] (19.0 – 28.5) | 25.4 \pm 0.92 [6] (24.0 – 26.5) | 28.5 \pm 2.43 [6] (24.0 – 31.0) | 29.8 \pm 2.23 [6] (27.0 – 32.0) | 28.4 \pm 3.79 [6] (23.5 – 32.5) | 28.8 \pm 4.12 [6] (24.0 – 35.5) |
| 9 | 22.4 \pm 2.58 [6] (20.0 – 26.5) | 25.7 \pm 2.99 [5] (24.0 – 31.0) | 29.3 \pm 5.19 [4] (26.0 – 37.0) | 27.6 \pm 1.56 [5] (25.0 – 29.0) | 26.3 \pm 3.38 [4] (22.5 – 30.5) | 28.3 \pm 5.72 [6] (22.0 – 38.5) |
| 10 | 24.6 \pm 3.07 [4] (22.5 – 29.0) | 23.7 \pm 3.21 [3] (20.0 – 26.0) | 23.5 \pm 0.00 [1] (23.5 – 23.5) | 26.0 \pm 0.00 [1] (26.0 – 26.0) | - | - |

Tab. 14: Ventrale Psaltergrenze (cm von der Rückenmitte) auf der rechten Körperseite bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den Interkostalräumen (IKR) 6 bis 10 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 6 | 39.5 \pm 0.00 (39.5 – 39.5) | 40.2 \pm 2.47 (38.5 – 43.0) | 42.8 \pm 2.63 (39.0 – 45.0) | 45.5 \pm 4.02 (40.0 – 49.5) | 43.5 \pm 0.71 (43.0 – 44.0) | 43.5 \pm 2.50 (41.0 – 46.0) |
| 7 | 33.2 \pm 5.75 (27.5 – 39.0) | 34.5 \pm 5.67 (28.0 – 41.5) | 42.2 \pm 4.57 (36.0 – 46.5) | 46.4 \pm 3.01 (43.0 – 50.0) | 41.1 \pm 4.78 (35.0 – 48.0) | 49.3 \pm 8.39 (40.0 – 61.0) |
| 8 | 30.9 \pm 5.89 (23.0 – 40.0) | 34.0 \pm 4.81 (29.5 – 39.0) | 41.8 \pm 7.73 (34.0 – 53.0) | 48.4 \pm 3.17 (45.0 – 53.5) | 51.4 \pm 5.33 (44.0 – 58.0) | 53.7 \pm 6.51 (44.0 – 60.0) |

Fortsetzung Tab. 14

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 9 | 28.3 ± 4.06 (22.5 – 33.0) | 33.9 ± 5.69 (26.5 – 40.0) | 38.4 ± 5.96 (32.5 – 44.0) | 46.7 ± 8.12 (37.0 – 56.0) | 40.8 ± 8.22 (34.0 – 54.0) | 47.4 ± 11.55 (32.0 – 61.0) |
| 10 | 28.8 ± 2.53 (25.5 – 31.0) | 32.3 ± 7.29 (24.0 – 37.5) | 28.0 ± 0.00 (28.0 – 28.0) | 53.0 ± 0.00 (53.0 – 53.0) | - | - |

Tab. 15: Ausdehnung des Psalters (cm) in den Interkostalräumen (IKR) 6 bis 10 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 6 | 4.0 ± 0.00 (4.0 – 4.0) | 4.5 ± 4.00 (0.50 – 8.5) | 7.5 ± 2.68 (4.0 – 10.5) | 6.8 ± 3.84 (3.5 – 11.0) | 7.0 ± 0.00 (7.0 – 7.0) | 6.0 ± 2.00 (4.0 – 8.0) |
| 7 | 6.7 ± 1.15 (6.0 – 8.0) | 7.9 ± 5.44 (1.0 – 12.0) | 10.8 ± 5.80 (1.0 – 16.5) | 11.5 ± 2.83 (9.0 – 16.0) | 8.8 ± 4.41 (2.5 – 13.5) | 16.2 ± 8.41 (5.5 – 27.0) |
| 8 | 7.4 ± 3.83 (3.0 – 11.0) | 8.6 ± 4.59 (3.0 – 13.0) | 13.3 ± 7.09 (6.0 – 24.0) | 18.6 ± 1.43 (18.0 – 21.5) | 23.0 ± 6.30 (16.5 – 33.0) | 24.9 ± 4.64 (19.0 – 31.0) |
| 9 | 5.9 ± 2.29 (2.5 – 9.5) | 7.8 ± 6.75 (2.0 – 15.0) | 9.1 ± 5.27 (6.0 – 17.0) | 19.1 ± 6.82 (12.0 – 27.5) | 19.8 ± 14.44 (7.5 – 43.0) | 19.1 ± 10.42 (8.0 – 33.0) |
| 10 | 4.1 ± 1.93 (2.0 – 6.0) | 8.7 ± 4.31 (4.0 – 12.5) | 4.5 ± 0.00 (4.5 – 4.5) | 27.0 ± 0.00 (27.0 – 27.0) | - | - |

6.6. Ultraschalluntersuchung des Labmagens

6.6.1. Sonographisches Erscheinungsbild vor der Milchaufnahme

Der Labmagen war bei den neugeborenen Kälbern die grösste Abteilung des Magens und dominierte den Bauchraum. Er war in den Interkostalräumen 5 bis 12 und in der Flanke darstellbar. Bei der ersten Untersuchung war die genaue Abgrenzung der ventralen Pansengrenze vom Labmagen, je nach Inhalt, nicht einfach. Ebenso gestaltete sich die Unterscheidung von leeren Dünndärmen und Labmagen als schwierig. Dennoch konnte der Labmagen im ventralen Abdomen immer erkannt werden. Der Inhalt des Labmagens war inhomogen und stellte sich echoarm mit hyperechogenen Stippchen dar. Ausserdem befanden sich im Labmagen der Kälber unterschiedlich grosse hyperechogene Milchkoagula. Bei einem Kalb war während 2 Untersuchungen vor der Tränkeaufnahme Gas im dorsalen Labmagen sichtbar. Die Labmagenfalten waren bei 4 Kälbern deutlich zu sehen und stellten sich bei drei davon echogen dar. Während das Bild der Falten bei der zweiten Untersuchung zwischen deutlichen anechogenen Linien, angedeuteten Falten und echogenen Falten variierte, war es ab der dritten Untersuchung einheitlich. Die Schleimhautfalten des Labmagens erschienen gegenüber dem umliegenden Inhalt deutlich oder nur an ihrem Ansatz echoarm (Abb. 8). Die Labmagenwand war als feine echogene Linie zu sehen. Die einzelnen Schichten konnten nicht identifiziert werden. Bei der 5. und 6. Untersuchung konnte rechts parallel zum Corpus des Labmagens die Pars pylorica dargestellt werden, bei der 5. Untersuchung bei 4 Kälbern und bei der 6. Untersuchung bei allen Kälbern (Abb. 9).

Der Pylorus war vor der Tränkeaufnahme bei den Untersuchungen 1, 2, 3, 4, 5 und 6 in 5, 6, 6, 5, 6 und 4 Fällen zu sehen. Er konnte je nach Interkostalraum von rechts oder von links identifiziert werden. Er zeigte oft die typische radspeichenartige Struktur (JUNG, 2002) und war rund bis oval geformt (Abb. 10). Nicht immer war der ganze Umriss des Pylorus sichtbar. Bei der 6. Untersuchung war der Pylorus immer rechts der Medianen gelegen.

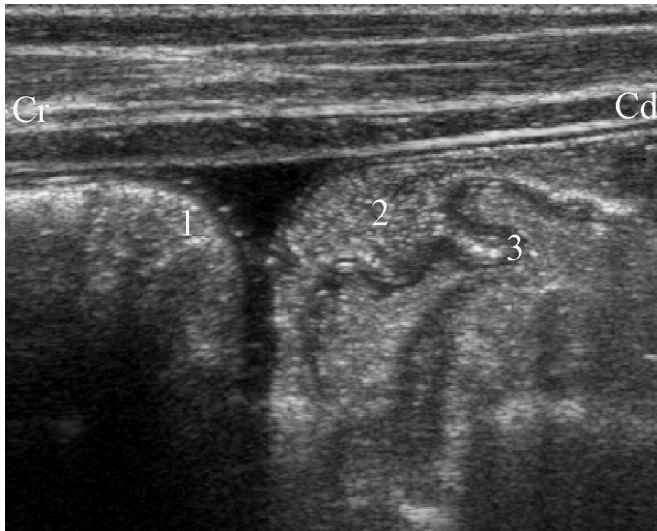


Abb. 8: Sonogramm von Labmagen und Haube eines 103 Tage alten Kalbes in der Medianen. 1 Haube, 2 Labmagen, 3 Labmagenfalten, Cr Kranial, Cd Kaudal

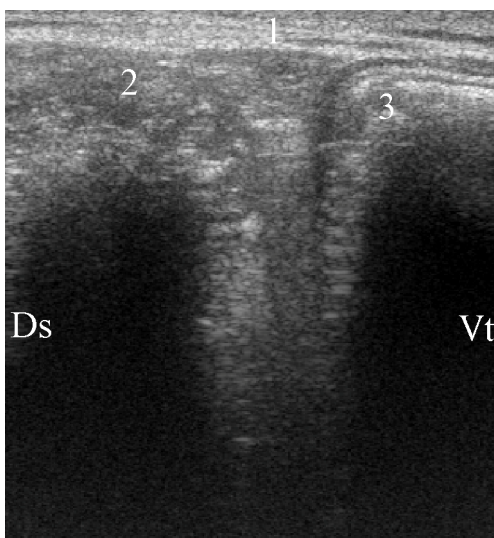


Abb. 9: Pars pylorica bei einem 84 Tage alten Kalb in der Medianen, mit quer zur Längsachse des Tieres gehaltenem Schallkopf, links im Bild die rechte Körperseite. 1 Ventrale Bauchwand, 2 Pars pylorica des Labmagens, 3 Fundusteil des Labmagens, Ds Dorsal, Vt Ventral

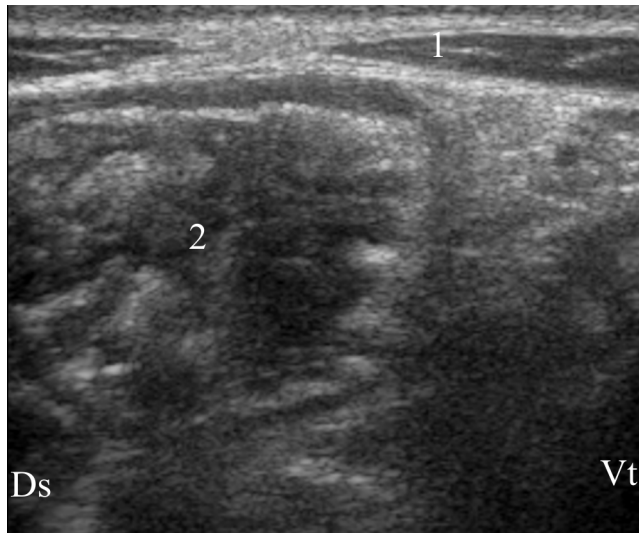


Abb. 10 : Pylorus eines 69 Tage alten Kalbes im 7. Interkostalraum rechts ventral. Ventrale Bauchwand, 2 Pylorus, Ds Dorsal, Vt Ventral

6.6.2. Sonographisches Erscheinungsbild während der Milchaufnahme

Das Einströmen der Milch in den Labmagen war sehr gut zu erkennen. Zuerst war eine hyperechogene wolkenartige Struktur sichtbar, welche sich dann im ganzen Labmagen ausbreitete und den Labmagen schneegestöberartig mit einem homogenen hyperechogenen Inhalt füllte. Die Zeit vom ersten Saugakt bis zur ersten erkennbaren Milch im Labmagen variierte zwischen minimal 5.9 und maximal 68.0 Sekunden (Tab. 16).

Tab. 16: Aufgenommene Milchmenge (l) und Zeit (s) vom Anbieten der Milch bis zum sonographisch sichtbaren Milcheinströmen in den Labmagen bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den ersten 63 Lebenstagen ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Untersuchung | Milchmenge (l) | Zeit bis Milch sichtbar (s) |
|--------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 2.7 \pm 0.42 (2.0 – 3.2) | 24.4 \pm 21.07 (6.5 – 58.0) |
| 2 | 3.0 \pm 0.52 (2.0 – 3.5) | 12.4 \pm 6.03 (5.9 – 22.3) |
| 3 | 3.9 \pm 7.91 (18.0 – 39.5) | 10.2 \pm 3.82 (7.0 – 17.0) |
| 4 | 4.0 \pm 0.00 (4.0 – 4.0) | 20.6 \pm 23.85 (6.4 – 68.0) |

6.6.3. Sonographisches Erscheinungsbild nach der Milchaufnahme

Auch nach der Milchaufnahme war der Labmagen bei allen Kälbern sichtbar. Er dominierte den Bauchraum deutlich. Bereits wenige Minuten nach der Milchaufnahme veränderte sich der Inhalt des Labmagens so, wie es auch von GAUTSCHI (2010) beschrieben wurde. Dabei entstanden aus dem homogenen echogenen Inhalt flüssige Randbereiche mit echoarmem Inhalt und hyperechogenen Stippchen sowie echogene Milchkoagula (Abb. 11). Zuerst formierte sich die Milch zu einem grossen homogenen echogenen Klumpen. In den flüssigen Randbereichen waren deutliche Inhaltsbewegungen zu sehen. Die Labmagenfalten waren nach der Milchaufnahme stets echogen und sehr deutlich vom umliegenden Inhalt abgrenzbar (Abb. 11). Bei einem Kalb zeigte sich nach der Tränkeaufnahme im dorsalen Bereich des Labmagens jedes Mal eine deutliche Ansammlung von Gas. Diese war wie beim Pansen an den Reverberationsartefakten zu erkennen. Bei 4 weiteren Kälbern kam es ebenfalls bei ein bis zwei Messungen nach der Tränkeaufnahme zu einer dorsalen Gasansammlung im Labmagen. Der Pylorus konnte nach der Tränkeaufnahme deutlich seltener als vorher identifiziert werden. Er war in der ersten Untersuchung bei 2, in der zweiten und vierten Untersuchung bei einem und

in der dritten Untersuchung bei 3 Kälbern zu sehen. Nach der Tränkeaufnahme war der Pylorus immer rechts der Medianen sichtbar.

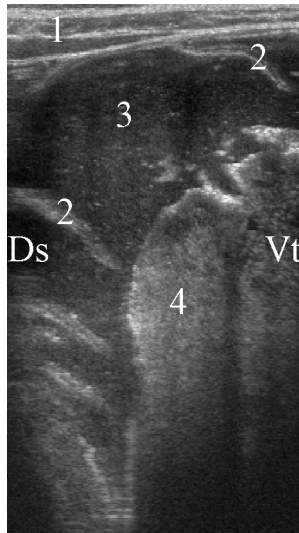


Abb. 11: Sonogramm des Labmagens nach der Milchaufnahme bei einem 62 Tage alten Kalb im 11. Interkostalraum rechts. 1 Seitliche Bauchwand, 2 Labmagenfalte, 3 Flüssiger Labmageninhalt, 4 Koagulierte Milch, Ds Dorsal, Vt Ventral

6.6.4. Ausdehnung des Labmagens vor der Milchaufnahme

In der Medianen konnte der Labmagen ab einer Distanz von 0.0 bis maximal 12.5 cm (2.1 ± 5.10 cm) kaudal des Xyphoids dargestellt werden und erreichte nach kaudal eine Ausdehnung von maximal 31.0 cm (Tab. 17). Der Labmagen konnte in den Interkostalräumen 5 bis 12 und in der Flanke dargestellt werden. Bei einem Kalb war der Labmagen nur links der Medianen sichtbar, während er bei allen anderen Tieren links und rechts der Medianen zu sehen war. Die seitliche Ausdehnung des Labmagens nach links variierte bei der ersten Untersuchung zwischen 8.9 ± 1.94 cm im 5. Interkostalraum und 15.1 ± 6.93 cm in der kranialen Flanke, nach rechts war sie mit 3.1 ± 1.24 cm ebenfalls im 5. Interkostalraum am kleinsten und im 12. Interkostalraum mit 17.1 ± 1.24 cm am grössten (Tab. 18). Die Ausdehnung des Labmagens bei den Untersuchungen 2 bis 6 ist den Tabellen 19 bis

23 zu entnehmen. Bei der 5. und 6. Untersuchung war der Labmagen in der kaudalen Flanke nicht mehr zu sehen. An den übrigen Lokalisationen war die Ausdehnung kleiner, da der Labmagen links vom Pansen und rechts von den Därmen überlagert und deshalb nicht darstellbar war (Abb. 12).

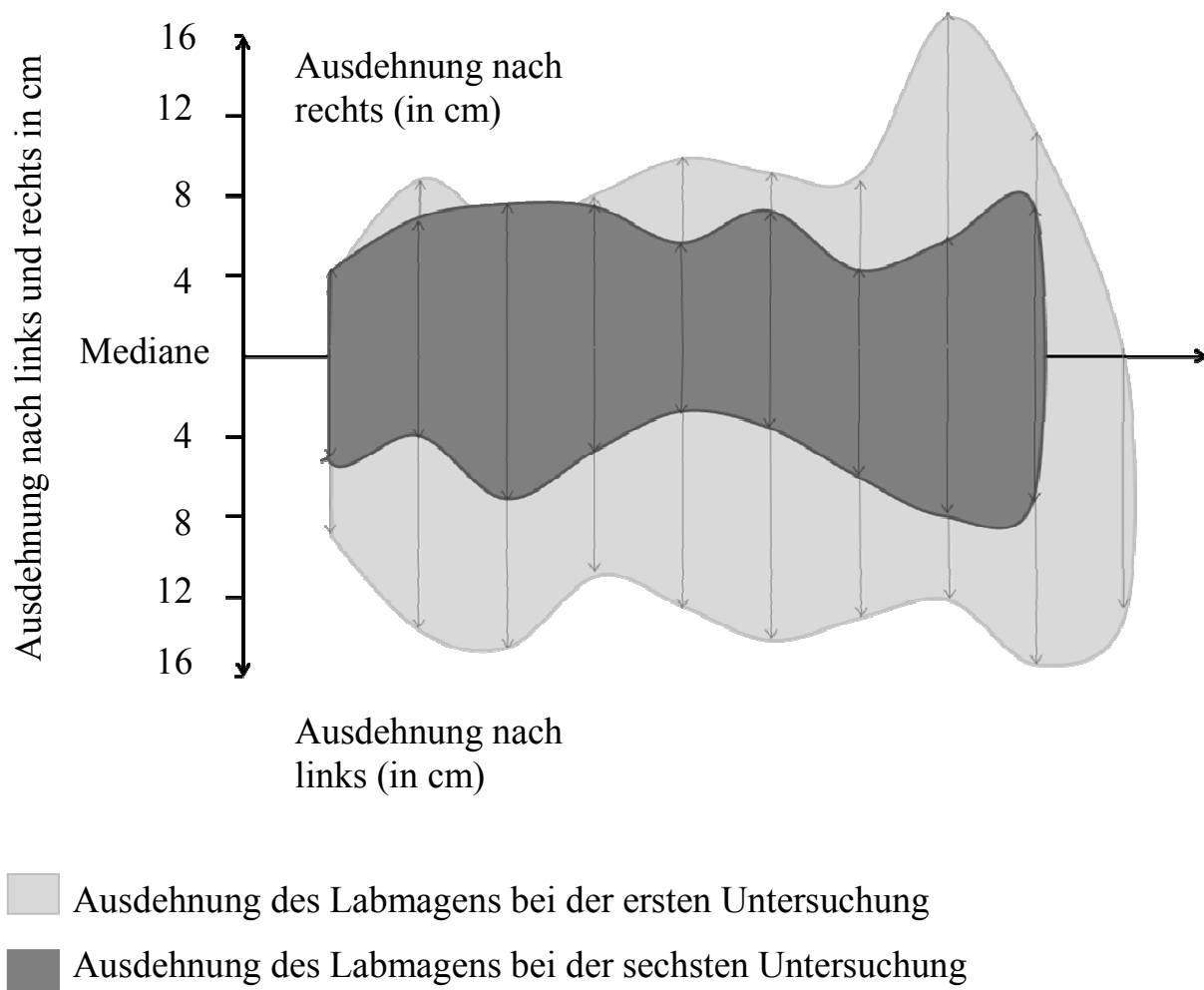


Abb. 12: Sichtbare (\bar{x}) Ausdehnung des Labmagens (cm) bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern bei der ersten und der sechsten Untersuchung. X-Achse: Mediane des Kalbes; y-Achse Ausdehnung des Labmagens in cm. Messpunkte von links nach rechts: 5. bis 12. Interkostalraum sowie kraniale und kaudale Flanke

6.6.5. Ausdehnung des Labmagens nach der Milchaufnahme

Nach der Tränkeaufnahme war der Labmagen bei den Untersuchungen 1 bis 3 beidseits bei allen Kälbern in den Interkostalräumen 8 bis 12 und in der Flanke zu sehen. Die seitliche Ausdehnung des Labmagens war unmittelbar nach der Milchaufnahme links bei den Untersuchungen 3 und 4 vom 9. bis zum 12. Interkostalraum und in der kranialen Flanke signifikant grösser ($P \leq 0.05$) als vor dem Tränken (Tab. 20 und 21). Auf der rechten Seite war die Ausdehnung nach dem Tränken bei der zweiten Untersuchung in den Interkostalräumen 6 bis 12 signifikant grösser und in den Untersuchungen 3 und 4 in den Interkostalräumen 8 bis 10, sowie 6 oder 11. Die Längsausdehnung war in den Untersuchungen 1, 3 und 4 nach dem Tränken signifikant grösser als davor (Tab. 17).

Tab. 17: Abstand des Labmagens vom Xyphoid und Längsausdehnung vor und nach dem Tränken bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den ersten 100 Lebenstagen ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Untersuchung | Vor Milchaufnahme | | Nach Milchaufnahme | |
|--------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| | Abstand vom Xyphoid (cm) | Ausdehnung (cm) | Abstand vom Xyphoid (cm) | Ausdehnung (cm) |
| 1 | 2.1 \pm 5.10 (0.0 – 12.5) | 12.9 \pm 5.66 (6.5 – 22.5) | 0.83 \pm 2.04 (0.0 – 5.0) | 22.8 \pm 4.62 * (18.0 – 28.5) |
| 2 | 0.92 \pm 1.43 (0.0 – 3.0) | 17.7 \pm 6.55 (12.0 – 29.5) | 0.0 \pm 0.00 (0.0 – 0.0) | 25.3 \pm 6.45 (18.0 – 36.5) |
| 3 | 2.9 \pm 3.58 (0.0 – 8.0) | 14.7 \pm 4.07 (9.5 – 20.0) | 1.3 \pm 2.60 (0.0 – 6.5) | 24.2 \pm 4.91 * (19.5 – 33.0) |
| 4 | 4.5 \pm 3.66 (0.0 – 8.5) | 15.7 \pm 4.13 (11.0 – 22.0) | 3.0 \pm 3.39 (0.0 – 7.5) | 29.7 \pm 6.86 * (20.5 – 36.0) |
| 5 | 4.2 \pm 2.73 (0.0 – 8.0) | 21.3 \pm 4.85 (15.0 – 31.0) | - | - |
| 6 | 3.4 \pm 2.9 (0.0 – 8.0) | 23.8 \pm 4.81 (17.0 – 29.5) | - | - |

* = Differenz Längsausdehnung nach der Milchaufnahme zu vor der Milchaufnahme: $P \leq 0.05$, t-Test

Tab. 18: Ausdehnung des Labmagens von der Medianen nach links bzw. nach rechts bei der ersten Untersuchung bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern unmittelbar vor und nach der Tränkeaufnahme ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Ort | Ausdehnung nach links | | Ausdehnung nach rechts | |
|-----------------|------------------------------|--------------------------------|---|------------------------------|
| | Vor Milchaufnahme | Nach Milchaufnahme | Vor Milchaufnahme | Nach Milchaufnahme |
| 5. IKR | 8.9 ± 1.94 (7.5 – 10.3) | 8.3 ± 1.09 (7.5 – 9.5) | 3.1 ± 1.24 (2.3 – 4.0) | 3.4 ± 0.80 (2.5 – 4.0) |
| 6. IKR | 13.6 ± 2.52 (11.0 – 16.5) | 13.3 ± 2.90 (9.5 – 16.6) | 9.1 ± 6.80 (3.0 – 18.3) | 11.8 ± 2.02 (9.5 – 13.0) |
| 7. IKR | 14.6 ± 5.01 (7.0 – 20.8) | 13.5 ± 4.65 (5.0 – 18.0) | 6.3 ± 4.32 (1.5 – 11.0) | 11.4 ± 7.72 (2.0 – 21.0) |
| 8. IKR | 10.8 ± 9.08 (2.8 – 25.0) | 16.8 ± 1.83 (14.0 – 19.5) | 8.4 ± 6.12 (1.8 – 15.5) | 11.1 ± 7.35 (0.25 – 19.0) |
| 9. IKR | 12.6 ± 8.22 (1.3 – 21.5) | 21.0 ± 2.87 (18.0 – 25.8) | 10.1 ± 6.70 (2.8 – 16.0) | 12.3 ± 7.23 (1.3 – 19.5) |
| 10. IKR | 14.1 ± 7.78 (4.3 – 22.5) | 21.9 ± 3.46 (18.5 – 28.0) | 9.3 ± 6.22 (3.8 – 16.5) | 14.0 ± 7.56 (1.0 – 20.5) |
| 11. IKR | 12.9 ± 6.55 (3.0 – 18.5) | 22.4 ± 3.75 * (17.5 – 28.5) | 9.3 ± 9.46 (1.5 – 22.5) | 13.9 ± 7.91 (1.0 – 21.3) |
| 12. IKR | 12.1 ± 6.84 (2.3 – 19.3) | 23.2 ± 6.77 * (13.8 – 34.5) | 17.1 ± 1.24 ^a (16.3 – 18.0) | 13.8 ± 7.27 (2.0 – 22.0) |
| Kraniale Flanke | 15.1 ± 6.93 (2.0 – 26.5) | 21.3 ± 8.74 (6.8 – 31.8) | 11.3 ± 6.77 (3.8 – 16.8) | 19.8 ± 11.87 (8.8 – 42.5) |
| Kaudale Flanke | 13.0 ± 0.00 (13.0 – 13.0) | 19.9 ± 8.29 (7.8 – 16.5) | - | 10.3 ± 6.43 (0.50 – 17.3) |

* = Differenz Ausdehnung nach der Milchaufnahme zu vor der Milchaufnahme:
 $P \leq 0.05$, t-Test

^a = Differenz Ausdehnung zur nachfolgenden Untersuchung: $P \leq 0.05$, t-Test

Tab. 19: Ausdehnung des Labmagens von der Medianen nach links bzw. nach rechts bei der zweiten Untersuchung bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern unmittelbar vor und nach der Tränkeaufnahme ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Ort | Ausdehnung nach links | | Ausdehnung nach rechts | |
|--------------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| | Vor Milch- aufnahme | Nach Milch- aufnahme | Vor Milch- aufnahme | Nach Milch- aufnahme |
| 5. IKR | 8.4 ± 2.54 (4.8 – 10.5) | 7.1 ± 5.46 (1.5 – 13.5) | 3.1 ± 1.78 (0.50 – 4.5) | 3.9 ± 2.68 (1.8 – 7.5) |
| 6. IKR | 12.0 ± 2.04 (9.8 – 15.5) | 13.4 ± 2.30 (9.5 – 16.0) | 2.9 ± 1.66 (0.50 – 5.0) | $8.4 \pm 4.06^*$ (2.0 – 13.0) |
| 7. IKR | 15.6 ± 2.69 (10.5 – 18.0) | 15.5 ± 3.18 (11.0 – 20.5) | 4.6 ± 4.20 (2.0 – 12.0) | $14.3 \pm 4.64^*$ (9.0 – 20.5) |
| 8. IKR | 12.2 ± 2.91 (7.0 – 15.0) | 16.8 ± 3.64 (11.0 – 20.8) | 6.2 ± 4.59 (2.8 – 15.0) | $16.6 \pm 3.08^*$ (14.0 – 20.5) |
| 9. IKR | 11.7 ± 3.46 (6.3 – 15.8) | 15.1 ± 4.23 (8.8 – 19.8) | 7.3 ± 5.82 (1.5 – 16.3) | $15.9 \pm 4.60^*$ (10.3 – 22.8) |
| 10. IKR | 12.1 ± 3.65 (5.3 – 15.3) | 15.8 ± 3.96 (10.8 – 20.0) | 5.3 ± 4.39 (0.25 – 11.8) | $17.2 \pm 5.23^*$ (11.5 – 25.8) |
| 11. IKR | 11.7 ± 5.15 (3.5 – 16.8) | $18.0 \pm 3.96^*$ (11.8 – 22.5) | 6.5 ± 5.26 (2.0 – 16.5) | $16.4 \pm 5.19^*$ (9.8 – 23.8) |
| 12. IKR | 10.8 ± 5.20 (1.5 – 15.8) | 18.2 ± 3.27 (14.8 – 21.5) | 5.4 ± 1.95 (3.0 – 7.3) | $14.7 \pm 5.34^*$ (10.0 – 23.8) |
| Kraniale Flanke | 10.5 ± 3.88 (6.8 – 16.5) | 20.1 ± 2.55 (16.0 – 23.0) | 5.6 ± 5.17 (1.5 – 12.5) | 12.7 ± 9.58 (1.8 – 25.5) |
| Kaudale Flanke | 9.1 ± 2.30 (7.5 – 10.8) | 15.6 ± 5.46 (7.3 – 23.0) | 2.3 ± 0.00 (2.3 – 2.3) | 9.8 ± 5.31 (4.5 – 17.8) |

* = Differenz Ausdehnung nach der Milchaufnahme zu vor der Milchaufnahme:

$P \leq 0.05$, t-Test

Tab. 20: Ausdehnung des Labmagens von der Medianen nach links bzw. nach rechts bei der dritten Untersuchung bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern unmittelbar vor und nach der Tränkeaufnahme ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Ort | Ausdehnung nach links | | Ausdehnung nach rechts | |
|-----------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| | Vor Milchaufnahme | Nach Milchaufnahme | Vor Milchaufnahme | Nach Milchaufnahme |
| 5. IKR | 4.9 ± 1.59 (3.8 – 6.0) | 6.2 ± 1.24 (5.3 – 8.0) | 5.3 ± 0.00 (5.3 – 5.3) | 5.5 ± 1.70 (4.3 – 8.0) |
| 6. IKR | 9.9 ± 1.51 (7.8 – 12.3) | 11.8 ± 3.94 (7.5 – 16.3) | 1.9 ± 1.71 (0.25 – 4.3) | $7.9 \pm 4.85^*$ (2.0 – 15.0) |
| 7. IKR | 10.8 ± 3.76 (8.0 – 18.0) | $15.8 \pm 4.70^*$ (9.0 – 21.0) | 5.3 ± 2.40 (2.5 – 7.5) | 12.2 ± 6.16 (5.0 – 20.5) |
| 8. IKR | 10.6 ± 4.23 (6.3 – 18.5) | $17.1 \pm 4.60^*$ (12.0 – 24.8) | 4.9 ± 3.34 (0.50 – 8.3) | $14.1 \pm 5.21^*$ (8.5 – 21.8) |
| 9. IKR | 11.6 ± 3.21 (6.8 – 15.5) | $18.4 \pm 2.89^*$ (14.5 – 23.3) | 4.5 ± 3.20 (1.3 – 8.3) | $14.5 \pm 4.82^*$ (9.0 – 22.3) |
| 10. IKR | 13.3 ± 4.77 (4.3 – 17.5) | $20.1 \pm 2.73^*$ (16.5 – 24.5) | 6.4 ± 5.46 (0.75 – 13.8) | $15.0 \pm 6.36^*$ (6.5 – 24.3) |
| 11. IKR | 14.6 ± 5.51 (4.8 – 19.0) | $20.7 \pm 3.78^*$ (15.8 – 24.8) | 6.4 ± 5.63 (1.8 – 14.3) | 13.9 ± 6.45 (4.3 – 20.8) |
| 12. IKR | 14.3 ± 7.01 (1.5 – 20.5) | $22.6 \pm 6.16^*$ (15.0 – 29.8) | 6.6 ± 6.01 (0.75 – 15.0) | 13.6 ± 7.67 (5.0 – 21.8) |
| Kraniale Flanke | 11.8 ± 3.56 (8.0 – 17.0) | $20.8 \pm 6.62^*$ (11.8 – 27.0) | 10.5 ± 5.66 (6.5 – 14.5) | 11.2 ± 8.05 (2.5 – 21.0) |
| Kaudale Flanke | 6.5 ± 3.91 (4.0 – 11.0) | 13.2 ± 8.55 (1.5 – 22.0) | - | 7.5 ± 7.79 (3.0 – 16.5) |

* = Differenz Ausdehnung nach der Milchaufnahme zu vor der Milchaufnahme:

$P \leq 0.05$, t-Test

Tab. 21: Ausdehnung des Labmagens von der Medianen nach links bzw. nach rechts bei der vierten Untersuchung bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern unmittelbar vor und nach der Tränkeaufnahme ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Ort | Ausdehnung nach links | | Ausdehnung nach rechts | |
|--------------------|---|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | Vor Milch- aufnahme | Nach Milch- aufnahme | Vor Milch- aufnahme | Nach Milch- aufnahme |
| 5. IKR | 11.0 ± 0.00 (11.0 – 11.0) | 11.0 ± 0.00 (11.0 – 11.0) | 1.0 ± 0.00 (1.0 – 1.0) | 1.5 ± 0.00 (1.5 – 1.5) |
| 6. IKR | 8.7 ± 1.96 (7.0 – 11.5) | 7.2 ± 2.46 (5.5 – 11.5) | 3.1 ± 2.02 (1.0 – 5.5) | 6.3 ± 3.79 (2.0 – 9.0) |
| 7. IKR | 9.9 ± 2.56 (6.3 – 13.3) | 10.0 ± 3.99 (4.5 – 15.8) | 3.8 ± 2.88 (1.0 – 8.39) | 6.5 ± 3.26 (2.3 – 11.3) |
| 8. IKR | 13.7 ± 4.59 (9.0 – 21.5) | 15.3 ± 3.57 (10.0 – 21.5) | 3.9 ± 3.13 (1.0 – 8.0) | 10.1 ± 3.05 * (7.8 – 15.0) |
| 9. IKR | 14.3 ± 4.04 (9.5 – 20.0) | 18.7 ± 4.25 * (10.5 – 23.0) | 5.3 ± 4.10 (2.0 – 12.5) | 10.7 ± 3.29 * (8.8 – 16.5) |
| 10. IKR | 15.6 ± 6.06 ^a (9.0 – 22.5) | 21.2 ± 4.53 * (12.5 – 26.0) | 4.3 ± 3.97 (1.3 – 10.0) | 11.9 ± 5.23 * (7.0 – 20.0) |
| 11. IKR | 17.3 ± 5.53 ^a (13.0 – 26.5) | 23.5 ± 4.80 * (17.0 – 28.0) | 5.1 ± 3.40 (0.70 – 9.0) | 9.3 ± 4.68 * (2.5 – 17.0) |
| 12. IKR | 14.8 ± 6.33 (8.0 – 23.0) | 25.2 ± 6.56 * (14.5 – 31.8) | 4.5 ± 4.24 (1.5 – 7.5) | 9.3 ± 5.40 (3.5 – 18.5) |
| Kraniale Flanke | 14.8 ± 4.49 (9.5 – 20.5) | 30.2 ± 4.92 * (25.0 – 36.5) | 6.0 ± 3.54 (3.5 – 8.5) | 8.8 ± 6.24 (1.5 – 18.5) |
| Kaudale Flanke | 11.3 ± 7.57 (6.0 – 20.0) | 28.0 ± 6.47 (17.5 – 35.5) | - | 4.8 ± 2.47 (3.0 – 6.5) |

* = Differenz Ausdehnung nach der Milchaufnahme zu vor der Milchaufnahme:

$P \leq 0.05$, t-Test

^a = Differenz Ausdehnung zur nachfolgenden Untersuchung: $P \leq 0.05$, t-Test

Tab. 22: Ausdehnung des Labmagens von der Medianen nach links bzw. nach rechts bei der fünften Untersuchung bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern unmittelbar vor und nach der Tränkeaufnahme ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Ort | Ausdehnung nach links | Ausdehnung nach rechts |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 5. IKR | - | - |
| 6. IKR | 4.6 \pm 1.66 (3.5 – 6.5) | 3.9 \pm 1.94 (2.5 – 5.3) |
| 7. IKR | 8.6 \pm 3.56 (3.5 – 12.3) | 3.7 \pm 2.36 (0.50 – 5.8) |
| 8. IKR | 6.2 \pm 2.69 (3.0 – 9.3) | 3.2 \pm 2.44 (0.50 – 6.5) |
| 9. IKR | 6.1 \pm 4.04 (0.50 – 11.5) | 6.0 \pm 1.06 (4.5 – 7.0) |
| 10. IKR | 5.5 \pm 2.36 (1.8 – 8.5) | 5.4 \pm 4.19 (1.3 – 11.5) |
| 11. IKR | 8.1 \pm 1.99 (5.5 – 10.8) | 4.2 \pm 4.13 (0.50 – 11.5) |
| 12. IKR | 9.6 \pm 3.84 (2.8 – 13.5) | 5.7 \pm 4.29 (0.25 – 9.3) |
| Kraniale Flanke | 8.0 \pm 3.24 (4.0 – 13.0) | 12.3 \pm 6.61 (1.5 – 18.0) |

Tab. 23: Ausdehnung des Labmagens von der Medianen nach links bzw. nach rechts bei der sechsten Untersuchung bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern unmittelbar vor und nach der Tränkeaufnahme ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Ort | Ausdehnung nach links | Ausdehnung nach rechts |
|--------|--------------------------------|--------------------------------|
| 5. IKR | 5.5 \pm 0.00 (5.5 – 5.5) | 4.0 \pm 0.00 (4.0 – 4.0) |
| 6. IKR | 4.5 \pm 2.46 (2.5 – 7.3) | 6.5 \pm 8.13 (0.8 – 12.3) |
| 7. IKR | 7.6 \pm 3.56 (3.0 – 12.0) | 7.3 \pm 5.38 (1.8 – 12.5) |

Fortsetzung Tab. 23

| Ort | Ausdehnung nach links | Ausdehnung nach rechts |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|
| 8. IKR | 5.1 ± 4.26 (1.8 – 11.8) | 7.1 ± 3.50 (2.8 – 11.0) |
| 9. IKR | 3.3 ± 2.51 (1.0 – 7.0) | 5.4 ± 3.93 (1.0 – 9.8) |
| 10. IKR | 4.0 ± 2.27 (1.5 – 7.0) | 7.0 ± 5.10 (1.0 – 14.8) |
| 11. IKR | 6.4 ± 1.38 (4.8 – 7.8) | 3.9 ± 2.34 (0.50 – 6.3) |
| 12. IKR | 8.3 ± 1.92 (6.3 – 10.8) | 5.4 ± 2.06 (2.8 – 8.0) |
| Kraniale Flanke | 7.7 ± 3.18 (4.0 – 12.3) | 7.1 ± 3.58 (2.8 – 10.3) |

6.7. Ultraschalluntersuchung der Milz

6.7.1. Sonographisches Erscheinungsbild

Die Milz konnte bei allen Kälbern von Geburt an auf der linken Körperseite medial der rippengestützten Bauchwand in mehreren Interkostalräumen dargestellt werden. Die dorsale und die ventrale Begrenzung der Milz verliefen wegen der Überlagerung durch die Lunge von kranioventral nach kaudodorsal. Die Milzpulpa bestand aus vielen feinen, gleichmässig verteilten Echos. Die Milzkapsel stellte sich als feine hyperechogene Linie dar, die allerdings nur an der Facies diaphragmatica zu sehen war, während sie an der Facies visceralis meist vom Pansen überlagert wurde und nicht genau abgrenzbar war. Bei der ersten Untersuchung reichte die Milz bei einem Kalb und bei den Untersuchungen 2 bis 4 bei jeweils 5 Kälbern kranial soweit nach ventral, dass sie mit der Leber in Kontakt kam. Dabei berührte sie die Leber in zwei Fällen an der ventralen Spitze und lag in den anderen Fällen der Leber an (Abb. 13). Die Milz war bei der ersten Untersuchung in den Interkostalräumen 5 bis 12 zu sehen. In den Interkostalräumen 8 bis 11 konnte sie bei allen Kälbern dargestellt werden (Tab. 24). In den Interkostalräumen 7 bis

12 war die Milz ab der zweiten Untersuchung bei allen 6 Tieren sichtbar. Der dorsale Rand der Milz war im 5. Interkostalraum immer am weitesten und im 12. Interkostalraum immer am wenigsten weit von der Mittellinie des Rückens entfernt (Tab. 24). Der Abstand im 5. Interkostalraum betrug bei der ersten Untersuchung 34.0 ± 0.00 cm und bei der sechsten 45.0 ± 4.24 cm. Im 12. Interkostalraum veränderte sich der Abstand von der Rückenmitte kaum. Er lag bei der ersten Untersuchung bei 8.9 ± 1.44 cm und bei der sechsten Untersuchung bei 7.5 ± 1.38 cm. Der ventrale Rand war ebenfalls im 5. Interkostalraum am weitesten von der Mittellinie des Rückens entfernt und nahm von 36.0 cm bei der ersten Untersuchung auf 52.0 cm bei der sechsten Untersuchung zu (Tab. 25). Auch die ventrale Milzgrenze lag im 12. Interkostalraum am nächsten an der Mittellinie des Rückens. Der Abstand betrug 12.1 ± 2.78 cm bei der ersten und 12.2 ± 2.71 cm bei der sechsten Untersuchung. Die Ausdehnung der Milz nahm von der ersten bis zur sechsten Untersuchung insgesamt zu (Tab. 26). Die Dicke der Milz lag bei der ersten Untersuchung zwischen 0.78 cm im 5. Interkostalraum und 3.8 ± 0.25 cm im 12. Interkostalraum (Tab. 27). Von der zweiten bis zur sechsten Untersuchung lag die dünnste Stelle im 5. Interkostalraum und betrug zwischen 1.2 ± 0.11 cm und 1.8 ± 0.29 cm. Die dickste Stelle lag jeweils im 11. Interkostalraum und nahm von der zweiten bis zur letzten Untersuchung an Ausdehnung zu. Sie mass zwischen 5.1 ± 0.49 cm und 7.3 ± 1.45 cm (Tab. 27). In den kaudalen Interkostalräumen konnte am dorsalen Rand der Milz und medial des Milzparenchyms eine runde anechogene Struktur gesehen werden, bei der es sich vermutlich um den Hilus lienalis handelte. Sie war bei den Untersuchungen 1, 2, 3, 4, 5 und 6 bei 5, 4, 5, 4, 6 und 3 Kälbern darstellbar. In 74.1% der Fälle war die Struktur nur in einem Interkostalraum deutlich sichtbar.

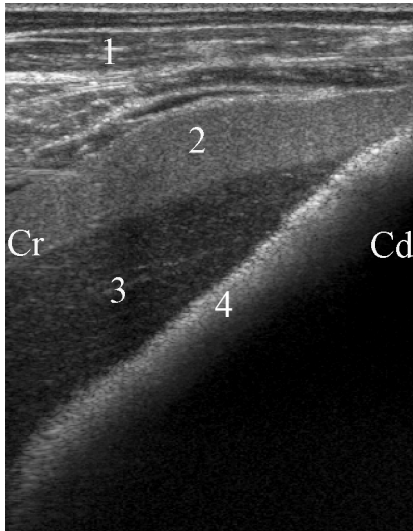


Abb. 13: Sonogramm von Milz und Leber in der Medianen bei einem 61 Tage alten Kalb. 1 Ventralfachwand, 2 Milz, 3 Leber, 4 Haube, Cr Kranial, Cd Kaudal

6.7.2. Nachbarorgane der Milz

Lateral der Milz lag immer die Bauchwand. Medial konnte der Pansen oder gelegentlich auch die Haube gesehen werden. Kranial des Pansens lag bei den jüngeren Tieren der Labmagen der Milz an ihrer Viszeralfläche an. Nach dorsal grenzte die Milz an die Lunge und an das Zwerchfell, in den Interkostalräumen 11 und 12 auch an die Bauchwand. Zeitweise berührte die Milz in der Medianen die Leber (siehe 6.7.1.).

Tab. 24: Dorsale Grenze der Milz (cm von der Rückenmitte) bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den Interkostalräumen (IKR) 5 bis 12 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern, Tierzahl in eckigen Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 5 | 34.0 \pm 0.00 [1] (34.0 – 34.0) | 36.3 \pm 2.47 [3] (33.5 – 38.0) | 36.5 \pm 3.11 [4] (33.0 – 40.0) | 43.1 \pm 5.54 [4] (36.0 – 49.0) | 46.0 \pm 5.29 [3] (42.0 – 52.0) | 45.0 \pm 4.24 [2] (42.0 – 48.0) |
| 6 | 27.0 \pm 2.94 [4] (24.0 – 30.0) | 30.2 \pm 2.09 [6] (27.5 – 33.5) | 33.8 \pm 2.14 [6] (30.0 – 36.0) | 38.0 \pm 3.35 [6] (34.0 – 44.0) | 38.5 \pm 3.56 [6] (33.5 – 44.5) | 37.3 \pm 2.33 [5] (34.0 – 40.5) |
| 7 | 24.6 \pm 2.04 [5] (22.0 – 27.0) | 26.4 \pm 2.38 [6] (22.5 – 29.5) | 28.3 \pm 2.50 [6] (25.0 – 32.0) | 32.3 \pm 2.40 [6] (30.0 – 36.5) | 31.3 \pm 3.71 [6] (27.0 – 38.0) | 32.8 \pm 3.95 [6] (28.0 – 39.0) |
| 8 | 22.2 \pm 2.21 [6] (19.5 – 25.5) | 23.5 \pm 1.87 [6] (20.0 – 25.0) | 25.0 \pm 2.43 [6] (22.0 – 28.0) | 27.2 \pm 2.80 [6] (24.0 – 32.0) | 25.7 \pm 2.93 [6] (22.5 – 31.0) | 25.8 \pm 3.97 [6] (22.0 – 33.0) |
| 9 | 18.3 \pm 1.66 [6] (16.0 – 20.5) | 19.0 \pm 1.76 [6] (18.0 – 22.5) | 20.7 \pm 2.56 [6] (18.0 – 25.5) | 22.3 \pm 2.64 [6] (20.0 – 27.0) | 20.2 \pm 3.82 [6] (17.0 – 27.0) | 20.3 \pm 3.66 [6] (17.0 – 27.0) |
| 10 | 13.8 \pm 2.95 [6] (11.0 – 19.0) | 14.2 \pm 2.14 [6] (12.0 – 18.0) | 14.6 \pm 3.04 [6] (11.0 – 19.5) | 15.8 \pm 3.66 [6] (13.0 – 23.0) | 13.9 \pm 2.67 [6] (11.0 – 20.5) | 12.7 \pm 3.92 [6] (10.0 – 20.5) |
| 11 | 9.9 \pm 2.13 [6] (7.0 – 13.5) | 9.9 \pm 1.86 [6] (8.0 – 13.0) | 10.3 \pm 1.66 [6] (8.5 – 13.0) | 10.2 \pm 1.75 [6] (8.5 – 13.5) | 9.8 \pm 2.56 [6] (8.0 – 15.0) | 8.4 \pm 1.20 [6] (7.0 – 10.5) |
| 12 | 8.9 \pm 1.44 [4] (7.0 – 10.0) | 8.5 \pm 1.41 [6] (6.5 – 10.0) | 9.1 \pm 1.66 [6] (7.0 – 11.5) | 8.9 \pm 1.11 [6] (8.0 – 11.0) | 8.3 \pm 1.47 [6] (6.5 – 10.0) | 7.5 \pm 1.38 [6] (6.0 – 10.0) |

Tab. 25: Ventrale Grenze der Milz (cm von der Rückenmitte) bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den Interkostalräumen (IKR) 5 bis 12 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 5 | 36.0 \pm 0.00 (36.0 – 36.0) | 39.8 \pm 2.93 (36.5 – 42.0) | 46.4 \pm 4.92 (39.0 – 49.0) | 51.9 \pm 4.66 (45.0 – 55.0) | 55.3 \pm 4.16 (52.0 – 60.0) | 52.0 \pm 0.00 (52.0 – 52.0) |
| 6 | 31.0 \pm 3.92 (27.0 – 36.0) | 39.6 \pm 4.25 (32.0 \pm 45.0) | 44.5 \pm 4.81 (36.0 – 50.0) | 51.7 \pm 6.81 (40.5 – 60.0) | 47.8 \pm 3.68 (40.5 – 51.0) | 46.2 \pm 3.83 (40.0 – 49.0) |
| 7 | 30.0 \pm 3.45 (27.0 – 35.5) | 35.3 \pm 5.72 (27.0 – 43.0) | 42.5 \pm 3.73 (37.0 – 48.0) | 46.7 \pm 4.24 (40.0 – 51.5) | 44.9 \pm 3.56 (39.0 – 47.5) | 43.7 \pm 3.72 (38.0 – 49.0) |
| 8 | 28.3 \pm 2.84 (25.0 – 33.5) | 31.2 \pm 3.88 (27.0 – 38.5) | 38.3 \pm 4.75 (31.0 – 45.0) | 39.3 \pm 4.50 (33.0 – 46.5) | 38.2 \pm 2.80 (34.5 – 42.0) | 38.5 \pm 3.74 (34.0 – 44.5) |
| 9 | 24.4 \pm 2.46 (21.5 – 28.5) | 26.8 \pm 2.98 (23.0 – 32.0) | 30.4 \pm 1.80 (28.0 – 33.5) | 32.7 \pm 2.96 (29.0 – 38.0) | 31.8 \pm 2.62 (28.5 – 36.0) | 31.7 \pm 2.93 (29.0 – 36.5) |
| 10 | 20.5 \pm 3.26 (16.5 – 26.0) | 23.0 \pm 3.11 (19.0 – 28.0) | 26.2 \pm 2.93 (23.0 – 31.5) | 28.3 \pm 3.63 (25.0 – 35.0) | 25.7 \pm 3.08 (23.0 – 31.0) | 25.4 \pm 3.14 (22.0 – 31.0) |
| 11 | 20.5 \pm 3.51 (12.5 – 22.5) | 18.8 \pm 3.09 (14.5 – 23.5) | 22.0 \pm 2.55 (19.0 – 26.5) | 23.7 \pm 2.89 (22.0 – 29.5) | 20.3 \pm 3.49 (16.0 – 26.5) | 18.8 \pm 2.46 (17.0 – 23.5) |
| 12 | 12.1 \pm 2.78 (9.5 – 16.0) | 14.0 \pm 3.74 (10.0 – 19.0) | 16.7 \pm 2.22 (12.0 – 21.0) | 17.2 \pm 2.87 (11.0 – 23.0) | 14.0 \pm 2.26 (11.0 – 18.0) | 12.2 \pm 2.71 (7.5 – 16.0) |

Tab. 26: Ausdehnung der Milz (in cm) in den Interkostalräumen (IKR) 5 bis 12 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 5 | 2.0 \pm 0.00 (2.0 – 2.0) | 3.5 \pm 0.87 (3.0 – 4.5) | 9.9 \pm 3.17 (6.0 – 13.5) | 8.8 \pm 2.06 (6.0 – 11.0) | 9.3 \pm 1.15 (8.0 – 10.0) | 7.0 \pm 4.24 (4.0 – 10.0) |
| 6 | 4.0 \pm 2.45 (2.0 – 7.0) | 9.4 \pm 2.56 (4.5 – 11.5) | 10.7 \pm 3.44 (6.0 – 16.0) | 13.7 \pm 5.06 (6.5 – 22.0) | 9.3 \pm 2.02 (6.5 – 11.0) | 8.9 \pm 2.13 (6.0 – 11.0) |
| 7 | 5.4 \pm 1.88 (3.5 – 8.5) | 8.8 \pm 3.50 (4.5 – 13.5) | 14.2 \pm 2.14 (11.0 – 16.0) | 14.3 \pm 3.54 (10.0 – 19.5) | 13.7 \pm 3.46 (9.5 – 18.0) | 10.9 \pm 4.05 (7.0 – 17.0) |
| 8 | 6.1 \pm 1.46 (4.0 – 8.0) | 7.7 \pm 3.03 (4.5 – 13.5) | 13.3 \pm 3.42 (9.0 – 17.5) | 12.1 \pm 2.44 (8.0 – 14.5) | 12.5 \pm 1.87 (11.0 – 16.0) | 12.7 \pm 3.31 (10.0 – 19.0) |
| 9 | 6.1 \pm 2.15 (4.5 – 9.5) | 7.8 \pm 1.81 (5.0 – 9.5) | 9.8 \pm 0.88 (8.0 – 10.5) | 10.4 \pm 1.36 (9.0 – 12.5) | 11.7 \pm 1.99 (9.0 – 14.5) | 11.4 \pm 2.35 (9.0 – 15.5) |
| 10 | 6.8 \pm 2.30 (4.0 – 10.5) | 8.8 \pm 1.75 (6.0 – 10.5) | 11.6 \pm 2.04 (9.0 – 14.5) | 12.5 \pm 2.24 (10.0 – 15.5) | 11.8 \pm 2.52 (8.0 – 15.0) | 12.8 \pm 1.94 (10.5 – 25.0) |
| 11 | 6.6 \pm 2.94 (2.0 – 9.0) | 8.9 \pm 2.04 (6.5 – 12.0) | 11.7 \pm 1.40 (10.0 – 13.5) | 13.5 \pm 1.48 (12.0 – 16.0) | 10.4 \pm 1.91 (7.0 – 12.0) | 10.4 \pm 1.43 (9.0 – 13.0) |
| 12 | 3.3 \pm 2.22 (1.0 – 6.0) | 5.5 \pm 3.95 (1.0 – 11.5) | 7.6 \pm 3.31 (1.5 – 10.0) | 8.3 \pm 3.19 (2.5 – 12.0) | 5.7 \pm 2.09 (2.5 – 8.0) | 4.7 \pm 2.16 (0.50 – 6.5) |

Tab. 27: Dicke der Milz (in cm) in den Interkostalräumen (IKR) 5 bis 12 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 5 | 0.78 \pm 0.00 (0.78 – 0.78) | 1.2 \pm 0.11 (1.1 – 1.3) | 1.6 \pm 0.16 (1.4 – 1.8) | 1.8 \pm 0.29 (1.6 – 2.2) | 1.5 \pm 0.07 (1.4 – 1.6) | 1.5 \pm 0.29 (1.3 – 1.8) |
| 6 | 0.91 \pm 0.18 (0.79 – 1.2) | 1.4 \pm 0.43 (1.1 – 2.2) | 1.8 \pm 0.46 (1.4 – 2.7) | 2.0 \pm 0.31 (1.4 – 2.2) | 1.8 \pm 0.33 (1.4 – 2.2) | 1.7 \pm 0.36 (1.5 – 2.2) |
| 7 | 1.1 \pm 0.40 (0.62 – 1.7) | 1.9 \pm 0.69 (1.1 – 2.9) | 2.5 \pm 0.57 (1.9 – 3.4) | 2.7 \pm 0.67 (2.0 – 3.6) | 2.6 \pm 0.70 (1.6 – 3.4) | 2.5 \pm 0.54 (1.8 – 3.2) |
| 8 | 1.5 \pm 0.49 (1.0 – 2.4) | 1.7 \pm 0.64 (0.97 – 2.9) | 3.5 \pm 0.46 (2.9 – 4.3) | 3.7 \pm 0.34 (3.3 – 4.1) | 3.7 \pm 0.45 (3.0 – 4.3) | 3.7 \pm 0.62 (3.0 – 4.7) |
| 9 | 2.6 \pm 0.96 (1.2 – 4.1) | 3.5 \pm 0.59 (2.8 – 4.3) | 4.1 \pm 0.58 (3.2 – 4.8) | 4.8 \pm 0.54 (3.9 – 5.3) | 5.3 \pm 1.17 (3.6 – 7.1) | 5.1 \pm 1.08 (3.6 – 6.9) |
| 10 | 3.6 \pm 1.5 (1.5 – 5.6) | 4.7 \pm 1.27 (3.2 – 7.0) | 5.1 \pm 0.84 (4.1 – 6.3) | 6.2 \pm 1.1 (4.5 – 7.6) | 6.5 \pm 1.51 (4.1 – 8.5) | 6.5 \pm 1.38 (4.5 – 8.3) |
| 11 | 3.7 \pm 0.26 (3.3 – 3.9) | 5.1 \pm 0.49 (4.6 – 6.0) | 6.6 \pm 0.85 (5.8 – 8.2) | 6.9 \pm 0.70 (5.9 – 7.8) | 7.1 \pm 1.12 (5.4 – 8.3) | 7.3 \pm 1.45 (5.9 – 9.3) |
| 12 | 3.8 \pm 0.25 (3.5 – 4.1) | 4.6 \pm 5.75 (4.1 – 5.7) | 5.8 \pm 0.72 (5.0 – 6.7) | 5.9 \pm 5.2 (5.5 – 6.7) | 6.9 \pm 0.76 (5.9 – 7.8) | 6.6 \pm 1.44 (4.2 – 8.0) |

6.8. Ultraschalluntersuchung Leber

6.8.1. Sonographisches Erscheinungsbild

Die Leber konnte bei allen 6 Tieren dargestellt werden. Sie war in den Interkostalräumen 5 bis 12 und in der Flanke zu sehen (Tab. 28). Das Lebergewebe zeigte ein homogenes hypoechogenes Binnenmuster aus gleichmässig verteilten kleinen Echos. Es war im Vergleich zur Milz echoärmer. Die Facies diaphragmatica stellte sich bei allen Tieren als eine feine hyperechogene Linie dar, die direkt dem Peritoneum anlag. Die Facies visceralis war nicht immer deutlich abgrenzbar. Der ventrale Leberwinkel war meist abgerundet. Die dorsale Begrenzung verlief, wie bereits beim adulten Rind beschrieben, parallel zur Ausdehnung der Lunge von kranioventral nach kaudodorsal. Der Abstand der dorsalen Lebergrenze von der Rückenmitte betrug im 5. Interkostalraum bei der ersten Untersuchung 38.5 cm und nahm mit fortschreitendem Alter immer mehr zu, bis er bei der 6. Untersuchung 46.0 ± 2.83 cm betrug (Tab. 28). Nach kaudal nahm der Abstand von der Rückenmitte ab, da die Leber immer weniger von der Lunge überdeckt wurde. Den geringsten Abstand zur Rückenmitte wies die dorsale Lebergrenze im 11. Interkostalraum auf. Er betrug dort zwischen 9.4 ± 1.59 cm und 12.9 ± 3.48 cm. Die ventrale Lebergrenze zeigte einen ähnlichen Verlauf. Ihr Abstand von der Rückenlinie war ebenfalls im 5. Interkostalraum am grössten und betrug zwischen 43.0 cm und 55.0 ± 6.08 cm (Tab. 29). Der Abstand zur Rückenmitte nahm nach kaudal ab und erreichte sein Minimum immer in der kranialen Flanke. Die grösste Ausdehnung erreichte die Leber, mit Ausnahme der vierten Untersuchung, im 10. Interkostalraum (Tab. 30). Die Ausdehnung schwankte zwischen 14.9 ± 3.11 cm (fünfte Untersuchung) und 21.8 ± 3.83 cm (vierte Untersuchung). Die Dicke der Leber erreichte ihr Maximum bei den Untersuchungen 1, 2, 3 und 5 im 10. Interkostalraum und bei der 4. und 6. Untersuchung im 9. Interkostalraum (Tab. 31). In der ersten Untersuchung betrug die maximale Leberdicke 6.2 ± 0.49 cm. Sie nahm bis zur sechsten Untersuchung zu, wo sie 8.0 ± 0.71 cm erreichte (Tab. 31).

6.8.2. Nachbarorgane der Leber

In den kaudalen Interkostalräumen lag die Leber dorsal direkt der Bauchwand an. Die rechte Niere konnte im Leberfenster, aber auch teilweise noch dorsal des Lebergewebes gesehen werden. Ab dem 11. bzw. 12. Interkostalraum lag dorsal der Leber die Lunge. Ventral lagen der Leber zuerst der Labmagen oder die Därme, mit zunehmendem Alter der Kälber dann auch der Psalter und die Haube an. Von der zweiten bis zur vierten Untersuchung berührten sich Leber und Milz bei einigen Kälbern in der Medianen. Medial der Leber konnten kaudal Därme und Pansen und weiter kranial der Psalter oder die Haube identifiziert werden. Kranial lag die Leber am Zwerchfell und an der Lunge. Kaudal der Leber lagen Därme und Niere. Medial dieser Organe konnte manchmal noch Pansenwand dargestellt werden.

6.8.3. V. cava caudalis

Die V. cava caudalis wies wie beim adulten Rind meist eine dreieckige Form auf, die auch leicht abgerundet bis oval sein konnte (Abb. 14). Beim Kalb 2 stellte sie sich bei der ersten und der vierten Untersuchung an allen Untersuchungsorten oval dar. Die gleiche Beobachtung wurde beim Kalb 3 anlässlich der Untersuchungen 2, 3, 5 und 6 und beim Kalb 4 anlässlich der Untersuchungen 2 und 4 erhoben. Bei allen Kälbern konnte die hintere Hohlvene zu jedem Untersuchungszeitpunkt in mindestens einem Interkostalraum dargestellt werden (Tab. 32). Bei der ersten und zweiten Untersuchung war sie in den Interkostalräumen 9 bis 12, bei den folgenden Untersuchungen nur noch in den Interkostalräumen 9 bis 11 darstellbar. In den weiter kranial liegenden Interkostalräumen war sie durch die Lunge überlagert und nie sichtbar.

Tab. 28: Dorsale Grenze der Leber (cm von der Rückenmitte) bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den Interkostalräumen (IKR) 5 bis 12 und in der Flanke ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Ort | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 5. IKR | 38.5 \pm 0.00 (38.5 – 38.5) | 41.5 \pm 3.12 (38.0 – 44.0) | 40.0 \pm 3.46 (38.0 – 44.0) | 45.2 \pm 1.26 (44.0 – 46.5) | 45.5 \pm 0.71 (45.0 – 46.0) | 46.0 \pm 2.83 (44.0 – 48.0) |
| 6. IKR | 29.1 \pm 1.63 (27.0 – 31.0) | 30.9 \pm 3.84 (25.0 – 35.5) | 33.6 \pm 1.80 (30.0 – 35.0) | 38.0 \pm 4.95 (33.0 – 47.5) | 36.4 \pm 3.56 (32.0 – 42.5) | 35.2 \pm 1.79 (33.0 – 37.0) |
| 7. IKR | 25.3 \pm 2.27 (24.0 – 29.5) | 26.3 \pm 3.52 (22.0 – 31.0) | 28.3 \pm 2.68 (25.0 – 33.0) | 31.4 \pm 3.23 (27.0 – 36.0) | 30.6 \pm 2.97 (26.0 – 35.0) | 30.2 \pm 3.31 (26.0 – 36.0) |
| 8. IKR | 20.4 \pm 2.85 (18.0 – 25.5) | 22.2 \pm 2.18 (19.0 – 24.5) | 24.7 \pm 2.68 (21.0 – 28.0) | 26.7 \pm 2.18 (24.0 – 30.5) | 25.2 \pm 3.31 (22.0 – 31.0) | 25.5 \pm 3.07 (22.0 – 30.5) |
| 9. IKR | 17.2 \pm 2.07 (14.5 – 19.5) | 18.5 \pm 1.48 (16.0 – 20.0) | 21.0 \pm 1.87 (19.0 – 24.0) | 22.0 \pm 2.39 (20.0 – 26.5) | 20.4 \pm 2.92 (17.5 – 25.0) | 20.3 \pm 2.25 (18.0 – 23.0) |
| 10. IKR | 12.8 \pm 1.75 (10.5 – 15.5) | 13.8 \pm 1.94 (12.0 – 17.0) | 15.1 \pm 2.91 (12.0 – 19.5) | 16.4 \pm 2.33 (14.0 – 20.5) | 14.0 \pm 3.03 (12.0 – 20.0) | 13.8 \pm 3.09 (12.0 – 20.0) |
| 11. IKR | 9.4 \pm 1.59 (7.5 – 12.0) | 10.9 \pm 2.78 (8.0 – 14.5) | 12.7 \pm 3.16 (9.0 – 16.5) | 12.9 \pm 3.48 (9.0 – 19.0) | 10.5 \pm 3.41 (6.0 – 16.0) | 10.8 \pm 2.40 (8.0 – 15.0) |
| 12. IKR | 11.5 \pm 4.05 (6.5 – 16.0) | 13.2 \pm 2.41 (9.5 – 16.0) | 15.7 \pm 2.33 (12.0 – 18.5) | 19.8 \pm 2.06 (17.0 – 22.0) | 13.3 \pm 4.73 (8.0 – 17.0) | 13.5 \pm 4.36 (7.0 – 16.0) |
| Kraniale Flanke | 16.9 \pm 3.33 (13.5 – 21.0) | 14.0 \pm 1.41 (13.0 – 15.0) | 15.5 \pm 0.71 (15.0 – 16.0) | 17.0 \pm 0.00 (17.0 – 17.0) | 15.5 \pm 0.00 (15.5 – 15.5) | 16.0 \pm 0.00 (16.0 – 16.0) |
| Kaudale Flanke | 18.0 \pm 0.00 (18.0 – 18.0) | - | - | - | - | - |

Tab. 29: Ventrale Grenze der Leber (cm von der Rückenmitte) bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den Interkostalräumen (IKR) 5 bis 12 und in der Flanke ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Ort | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 5. IKR | 43.0 \pm 0.00 (43.0 – 43.0) | 48.5 \pm 6.50 (41.0 – 52.5) | 51.0 \pm 6.08 (44.0 – 55.0) | 55.0 \pm 6.08 (48.0 – 59.0) | 52.0 \pm 2.83 (50.0 – 54.0) | 52.0 \pm 1.41 (51.0 – 53.0) |
| 6. IKR | 38.5 \pm 2.59 (36.0 – 43.0) | 43.4 \pm 3.23 (38.0 – 46.5) | 51.0 \pm 4.60 (45.0 – 59.0) | 54.8 \pm 4.91 (48.0 – 62.0) | 45.6 \pm 5.31 (39.0 – 51.0) | 44.6 \pm 4.88 (39.0 – 52.0) |
| 7. IKR | 36.9 \pm 3.53 (32.0 – 43.0) | 40.3 \pm 1.66 (38.0 – 42.5) | 46.8 \pm 6.02 (40.0 – 57.5) | 53.2 \pm 4.6 (49.0 – 59.0) | 43.9 \pm 4.04 (40.0 – 49.0) | 42.7 \pm 4.63 (38.0 – 51.0) |
| 8. IKR | 33.7 \pm 2.82 (28.0 – 35.5) | 38.6 \pm 2.18 (36.0 – 41.5) | 42.2 \pm 5.64 (34.0 – 51.0) | 46.7 \pm 5.04 (40.0 – 54.5) | 37.0 \pm 4.43 (31.0 – 42.0) | 37.3 \pm 3.66 (31.0 – 41.0) |
| 9. IKR | 32.0 \pm 2.76 (28.0 – 35.0) | 34.1 \pm 3.26 (30.0 – 38.0) | 38.8 \pm 6.57 (30.0 – 47.0) | 41.5 \pm 4.69 (34.0 – 47.5) | 31.6 \pm 3.35 (28.0 – 36.0) | 32.8 \pm 3.43 (29.0 – 38.5) |
| 10. IKR | 31.1 \pm 3.73 (25.0 – 34.5) | 30.8 \pm 4.45 (25.0 – 36.0) | 35.5 \pm 6.43 (27.0 – 43.5) | 35.6 \pm 5.54 (29.5 – 45.0) | 28.9 \pm 3.67 (25.5 – 34.0) | 30.2 \pm 4.07 (25.0 – 35.0) |
| 11. IKR | 25.3 \pm 5.07 (20.5 – 32.0) | 24.6 \pm 5.22 (21.0 – 35.0) | 26.4 \pm 7.59 (20.0 – 41.5) | 25.0 \pm 6.16 (13.0 – 30.0) | 23.4 \pm 3.93 (20.0 – 31.0) | 24.8 \pm 3.82 (19.0 – 30.5) |
| 12. IKR | 23.8 \pm 4.73 (18.5 – 31.0) | 21.6 \pm 5.65 (16.5 – 31.0) | 23.4 \pm 2.53 (21.0 – 27.5) | 23.3 \pm 1.71 (21.0 – 25.0) | 22.3 \pm 2.25 (20.0 – 24.5) | 22.3 \pm 1.89 (21.0 – 25.0) |
| Kraniale Flanke | 20.4 \pm 2.56 (17.0 – 23.0) | 20.3 \pm 1.77 (19.0 – 21.5) | 20.0 \pm 0.00 (20.0 – 20.0) | 23.0 \pm 0.00 (23.0 – 23.0) | 19.0 \pm 0.00 (19.0 – 19.0) | 20.0 \pm 0.00 (20.0 – 20.0) |
| Kaudale Flanke | 25.5 \pm 0.00 (25.5 – 25.5) | - | - | - | - | - |

Tab. 30: Ausdehnung der Leber (in cm) in den Interkostalräumen (IKR) 5 bis 12 und in der Flanke ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Ort | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 5. IKR | 14.5 \pm 0.00 (14.5 – 14.5) | 7.0 \pm 3.61 (3.0 – 10.0) | 12.0 \pm 5.29 (6.0 – 16.0) | 9.8 \pm 5.97 (3.0 – 14.0) | 6.5 \pm 3.54 (4.0 – 9.0) | 6.0 \pm 1.41 (5.0 – 7.0) |
| 6. IKR | 9.4 \pm 3.88 (5.0 – 15.0) | 12.5 \pm 4.24 (9.0 – 20.0) | 17.4 \pm 3.47 (14.5 – 24.0) | 16.8 \pm 3.08 (13.5 – 21.0) | 9.2 \pm 3.98 (4.0 – 15.0) | 9.4 \pm 4.39 (6.0 – 17.0) |
| 7. IKR | 11.6 \pm 5.37 (2.5 – 19.0) | 14.0 \pm 3.65 (8.0 – 18.0) | 18.5 \pm 3.90 (15.0 – 24.5) | 21.8 \pm 3.83 (17.0 – 28.5) | 13.3 \pm 3.01 (9.5 – 17.0) | 12.5 \pm 1.87 (10.0 – 15.0) |
| 8. IKR | 13.3 \pm 3.01 (9.5 – 17.0) | 16.4 \pm 2.18 (13.5 – 19.0) | 17.5 \pm 4.29 (13.0 – 23.5) | 20.0 \pm 3.18 (16.0 – 24.0) | 11.8 \pm 2.64 (9.0 – 16.0) | 11.8 \pm 1.89 (9.0 – 14.0) |
| 9. IKR | 14.8 \pm 3.80 (10.0 – 20.0) | 15.6 \pm 3.18 (10.5 – 18.5) | 17.8 \pm 6.19 (11.0 – 28.0) | 19.5 \pm 3.73 (14.0 – 25.0) | 11.2 \pm 0.59 (9.5 – 13.5) | 12.4 \pm 2.46 (9.0 – 15.5) |
| 10. IKR | 18.3 \pm 3.52 (13.0 – 23.0) | 16.9 \pm 3.90 (11.0 – 20.5) | 20.4 \pm 5.97 (14.0 – 29.5) | 19.2 \pm 4.52 (12.5 – 24.5) | 14.9 \pm 3.11 (12.5 – 21.0) | 16.4 \pm 3.38 (13.0 – 22.0) |
| 11. IKR | 15.8 \pm 4.46 (10.0 – 21.5) | 13.7 \pm 4.64 (7.5 – 21.0) | 13.8 \pm 6.10 (8.0 – 25.0) | 12.1 \pm 5.67 (4.0 – 18.0) | 12.9 \pm 4.82 (5.0 – 18.5) | 13.9 \pm 5.43 (4.0 – 20.5) |
| 12. IKR | 12.3 \pm 5.21 (6.0 – 21.0) | 8.4 \pm 8.03 (0.50 – 21.5) | 7.7 \pm 4.67 (3.5 – 15.5) | 3.5 \pm 0.58 (3.0 – 4.0) | 9.0 \pm 2.60 (7.5 – 12.0) | 8.8 \pm 4.79 (5.0 – 15.0) |
| Kraniale Flanke | 3.5 \pm 1.22 (2.0 – 5.0) | 6.3 \pm 0.35 (6.0 – 6.5) | 4.5 \pm 0.71 (4.0 – 5.0) | 6.0 \pm 0.00 (6.0 – 6.0) | 3.5 \pm 0.00 (3.5 – 3.5) | 4.0 \pm 0.00 (4.0 – 4.0) |
| Kaudale Flanke | 7.5 \pm 0.00 (7.5 – 7.5) | - | - | - | - | - |

Tab. 31: Dicke der Leber (in cm) in den Interkostalräumen (IKR) 6 bis 11 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern, Tierzahl in eckigen Klammern)

| Ort | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 6. IKR | - | 5.3 \pm 0.00 [1] (5.3 – 5.3) | 5.5 \pm 0.00 [1] (5.5 – 5.5) | - | - | 8.3 \pm 0.00 [1] (8.3 – 8.3) |
| 7. IKR | 4.7 \pm 0.64 [2] (4.2 – 5.1) | 4.7 \pm 0.24 [5] (4.3 – 4.9) | 5.5 \pm 0.38 [6] (5.0 – 6.0) | 5.8 \pm 0.37 [6] (5.3 – 6.2) | 6.2 \pm 0.96 [5] (5.0 – 7.5) | 6.9 \pm 1.58 [6] (4.5 – 9.4) |
| 8. IKR | 4.6 \pm 0.46 [5] (3.9 – 5.0) | 5.5 \pm 0.59 [6] (4.9 – 6.5) | 6.4 \pm 0.79 [6] (5.4 – 7.4) | 7.0 \pm 0.92 [6] (5.9 – 8.1) | 7.1 \pm 1.53 [6] (5.4 – 9.0) | 7.7 \pm 2.04 [6] (4.8 – 10.3) |
| 9. IKR | 5.8 \pm 0.61 [6] (5.1 – 6.9) | 6.4 \pm 0.44 [6] (5.8 – 7.1) | 7.2 \pm 0.81 [6] (6.2 – 8.1) | 7.6 \pm 0.84 [6] (6.3 – 8.9) | 7.6 \pm 0.91 [6] (6.2 – 8.8) | 8.0 \pm 0.71 [6] (6.2 – 7.5) |
| 10. IKR | 6.2 \pm 0.49 [6] (5.6 – 7.0) | 6.4 \pm 0.44 [6] (5.6 – 7.1) | 7.3 \pm 0.44 [6] (6.8 – 7.9) | 7.3 \pm 1.02 [6] (6.5 – 9.3) | 7.6 \pm 0.64 [6] (6.8 \pm 8.5) | 6.8 \pm 0.54 [6] (6.2 – 7.5) |
| 11. IKR | 5.1 \pm 1.35 [4] (3.8 – 6.6) | 6.5 \pm 0.56 [3] (5.1 – 6.6) | 4.7 \pm 0.50 [2] (4.4 – 5.1) | 6.3 \pm 1.61 [2] (5.1 – 7.4) | 6.1 \pm 1.51 [2] (5.0 – 7.2) | 4.2 \pm 0.92 [3] (3.2 – 5.1) |

Die V. cava caudalis lag immer weiter dorsal und von der Leberoberfläche weiter entfernt als die V. portae. Der Abstand von der Leberoberfläche lag bei der ersten Untersuchung zwischen 5.5 ± 0.40 cm im 10. Interkostalraum und 4.8 ± 0.02 cm im 12. Interkostalraum (Tab. 33). Mit zunehmendem Alter wurde der Abstand zur Leberoberfläche infolge der zunehmenden Leberdicke grösser. Er betrug bei der sechsten Untersuchung 7.7 ± 0.41 cm im 9. Interkostalraum und 7.0 ± 0.29 cm im 11. Interkostalraum. Die dorsale Begrenzung der V. cava caudalis verlief, wie diejenige der Leber, wegen der Lungenüberdeckung von kranioventral nach kaudodorsal. Der Umfang nahm von einem Maximalwert von 4.8 ± 0.02 cm in der ersten Untersuchung auf einen Maximalwert von 5.6 ± 1.36 cm leicht zu (Tab. 34). Die Querschnittfläche betrug insgesamt zwischen 0.80 und 2.7 ± 0.91 cm² (Tab. 35). Die Einmündung der V. hepatica dextra in die V. cava caudalis konnte insgesamt bei 73.1% der Fälle, in denen die V. cava caudalis gesehen wurde, dargestellt werden.

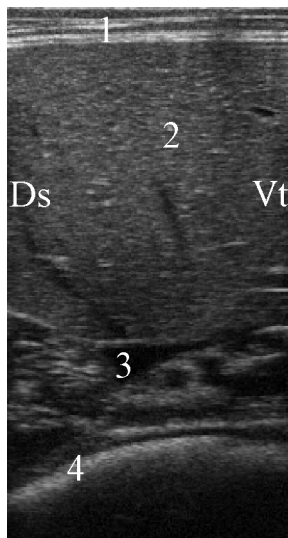


Abb. 14: Sonogramm der V. cava caudalis bei einem 95 Tage alten Kalb. 1 Seitliche Bauchwand, 2 Leber, 3 V. cava caudalis, 4 Pansen, Ds Dorsal, Vt Ventral

Tab. 32: Dorsale Begrenzung (cm von der Rückenmitte) der V. cava caudalis in den Interkostalräumen (IKR) 9 bis 12 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern, Tierzahl in eckigen Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 9 | 18.0 \pm 1.73 [3] (17.0 – 20.0) | 18.3 \pm 1.53 [3] (17.0 – 20.0) | 20.7 \pm 0.58 [3] (20.0 – 21.0) | 21.8 \pm 1.06 [2] (21.0 – 22.5) | 18.5 \pm 0.00 [1] (18.5 – 18.5) | 20.0 \pm 1.41 [2] (19.0 – 21.0) |
| 10 | 15.3 \pm 1.37 [6] (14.0 – 17.0) | 15.6 \pm 1.89 [4] (13.0 – 17.0) | 17.6 \pm 1.91 [6] (16.0 – 21.0) | 19.0 \pm 1.38 [6] (17.0 – 20.5) | 15.6 \pm 0.89 [5] (15.0 – 17.0) | 16.1 \pm 2.20 [6] (14.0 – 20.0) |
| 11 | 13.8 \pm 2.17 [5] (11.0 – 16.0) | 14.6 \pm 2.63 [4] (11.0 – 17.5) | 16.4 \pm 2.04 [5] (13.0 – 18.0) | 15.5 \pm 1.80 [3] (14.0 – 17.5) | 13.5 \pm 1.78 [4] (11.0 – 15.0) | 13.2 \pm 1.30 [5] (11.0 – 14.0) |
| 12 | 13.3 \pm 3.89 [2] (10.5 – 16.0) | 14.0 \pm 0.00 [1] (14.0 – 14.0) | - | - | - | - |

Tab. 33: Abstand der V. cava caudalis von der Leberoberfläche (cm) in den Interkostalräumen (IKR) 9 bis 12 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 9 | 5.1 \pm 0.28 (4.9 – 5.4) | 6.1 \pm 0.33 (5.8 – 6.5) | 6.7 \pm 0.74 (6.2 – 7.5) | 6.9 \pm 0.06 (6.9 – 7.0) | 7.8 \pm 0.00 (7.8 – 7.8) | 7.7 \pm 0.41 (7.4 – 8.0) |
| 10 | 5.5 \pm 0.40 (5.0 – 6.0) | 5.7 \pm 0.71 (5.1 – 6.6) | 6.9 \pm 0.76 (6.1 – 8.0) | 7.4 \pm 0.35 (7.0 – 8.0) | 7.5 \pm 0.66 (6.4 – 8.1) | 7.3 \pm 0.61 (6.7 – 7.4) |
| 11 | 4.9 \pm 0.87 (3.5 – 5.5) | 5.1 \pm 0.95 (4.1 – 6.1) | 6.1 \pm 1.44 (4.1 – 8.0) | 7.3 \pm 0.36 (6.9 – 7.6) | 6.7 \pm 0.60 (5.9 – 7.2) | 7.0 \pm 0.29 (6.7 – 7.4) |
| 12 | 4.8 \pm 0.02 (4.7 – 4.8) | 5.7 \pm 0.00 (5.7 – 5.7) | - | - | - | - |

Tab. 34: Umfang der V. cava caudalis (in cm) in den Interkostalräumen (IKR) 9 bis 12 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 9 | 3.8 \pm 1.02 (2.7 – 4.7) | 5.3 \pm 0.43 (4.9 – 5.7) | 5.6 \pm 0.88 (4.8 – 6.5) | 5.7 \pm 0.74 (5.2 – 6.2) | 3.9 \pm 0.00 (3.9 – 3.9) | 3.9 \pm 0.46 (3.5 – 4.2) |
| 10 | 4.2 \pm 0.66 (3.4 – 4.9) | 5.3 \pm 0.66 (4.5 – 6.0) | 6.5 \pm 1.04 (5.6 – 8.5) | 6.2 \pm 1.14 (4.9 – 7.7) | 5.5 \pm 0.87 (4.2 – 6.6) | 5.6 \pm 1.36 (3.8 – 7.8) |
| 11 | 4.3 \pm 0.79 (3.1 – 5.2) | 4.6 \pm 1.15 (2.9 – 5.9) | 5.9 \pm 0.66 (5.3 – 7.0) | 6.1 \pm 1.58 (4.8 – 7.9) | 5.7 \pm 0.73 (4.9 – 6.5) | 5.1 \pm 0.95 (3.8 – 6.2) |
| 12 | 4.8 \pm 0.13 (4.7 – 4.8) | 5.4 \pm 0.00 (5.4 – 5.4) | - | - | - | - |

Tab. 35: Querschnittfläche der V. cava caudalis (cm²) in den Interkostalräumen (IKR) 9 bis 12 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 9 | 1.0 \pm 0.60 (0.44 – 1.6) | 1.4 \pm 0.23 (1.1 – 1.6) | 1.7 \pm 0.70 (0.98 – 2.4) | 2.0 \pm 0.71 (1.5 – 2.5) | 0.80 \pm 0.00 (0.80 – 0.80) | 0.89 \pm 0.21 (0.74 – 1.0) |
| 10 | 1.1 \pm 0.35 (0.62 – 1.5) | 1.5 \pm 0.45 (0.9 – 1.9) | 2.7 \pm 0.91 (1.9 – 4.4) | 1.9 \pm 0.64 (1.0 – 2.7) | 1.7 \pm 0.51 (0.98 – 2.4) | 1.5 \pm 0.58 (0.75 – 2.5) |
| 11 | 1.0 \pm 0.44 (0.55 – 1.6) | 1.2 \pm 0.71 (0.42 – 2.3) | 1.7 \pm 0.40 (1.4 – 2.4) | 2.3 \pm 1.16 (1.4 – 3.6) | 1.5 \pm 0.33 (1.2 – 1.8) | 1.1 \pm 0.37 (0.61 – 1.5) |
| 12 | 1.3 \pm 0.20 (1.1 – 1.4) | 1.9 \pm 0.00 (1.9 – 1.9) | - | - | - | - |

6.8.4. V. portae

Die V. portae zeigte im Querschnitt eine runde bis ovale Form mit sternförmiger Verzweigung der Portalvenenäste ins Leberparenchym. Die Wand der V. portae zeigte sich echogener als diejenige der V. cava caudalis und grenzte die Vene deutlich vom umliegenden Parenchym ab (Abb. 15).

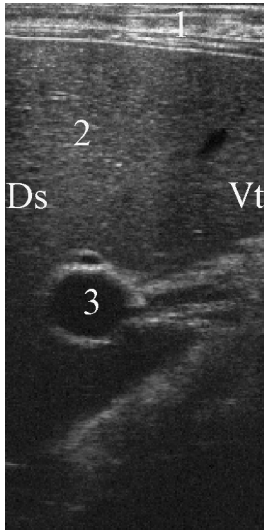


Abb. 15: Sonogramm der V. portae bei einem 83 Tage alten Kalb. 1 Seitliche Bauchwand, 2 Leberparenchym, 3 V. portae, Ds Dorsal, Vt Ventral

Die V. portae konnte in mehr Interkostalräumen dargestellt werden als die V. cava caudalis, da sie ventraler lag und deshalb weniger von der Lunge überdeckt wurde. In den Interkostalräumen 7 bis 11 konnte sie immer gefunden werden (Tab. 36). In Einzelfällen war sie zusätzlich in den Interkostalräumen 6 (Untersuchungen 2, 3 und 6) bzw. 12 (Untersuchung 2) zu sehen. Die V. portae lag, verglichen mit der V. cava caudalis, immer weiter ventral und weniger weit von der Leberoberfläche entfernt. Der Abstand der V. portae zur Rückenmitte nahm von kranial nach kaudal ab, während ihr Umfang und ihre Querschnittsfläche bei den Untersuchungen 3 bis 6 von kranial nach kaudal zunahm (mit Ausnahme der Untersuchungen 1 und 2) (Tab. 37 und 38). Der Abstand der V. portae von der Leberoberfläche er-

reichte bei der ersten Untersuchung einen Maximalwert von 4.2 ± 0.32 cm und nahm dann leicht zu (Tab. 39). Ab der dritten Untersuchung zeigte sich keine deutliche Zunahme des Abstands mehr und in der sechsten Untersuchung war die Vene maximal 5.3 cm vom Peritoneum entfernt. Die Tab. 40 zeigt den Durchmesser der Vene.

6.8.5. Gallenblase

Die Gallenblase stellte sich rund oder oval bis birnenförmig dar (Abb. 16). Sie überragte den ventralen Leberrand je nach Füllungszustand. Der Inhalt der Gallenblase war immer echoarm und von einer echogenen Wand umgeben. Die Gallenblase konnte bei den Untersuchungen 1 bis 6 bei 5, 5, 4, 5, 4 und 6 Kälbern dargestellt werden. 9 Mal (31.0 %) konnte die Gallenblase in mehr als einem Interkostalraum dargestellt werden, 8 Mal in 2 und ein Mal in 3 Interkostalräumen. Am häufigsten war sie im 9. Interkostalraum zu sehen. Die dorsale Begrenzung der Gallenblase lag zwischen 25.8 ± 5.30 cm und 43.7 ± 4.04 cm von der Rückenmitte entfernt (Tab. 41). Ihr Längsdurchmesser schwankte zwischen 1.5 ± 1.27 cm und 5.6 ± 0.00 cm (Tab. 42), ihr Querdurchmesser zwischen $0.90 \text{ cm} \pm 0.27$ cm und 1.8 ± 0.00 cm (Tab. 43).

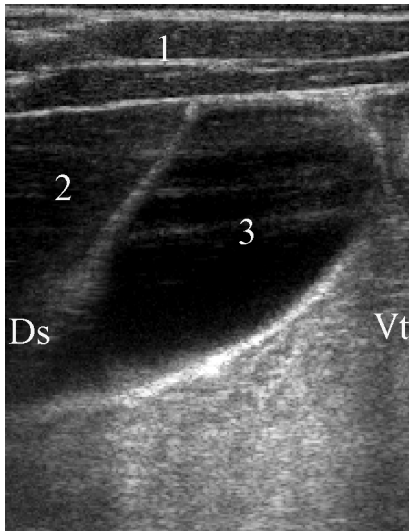


Abb. 16: Sonogramm der Gallenblase bei einem 62 Tage alten Kalb. 1 Seitliche Bauchwand, 2 Leber, 3 Gallenblase, Ds Dorsal, Vt Ventral

Tab. 36: Dorsale Begrenzung der V. portae (cm von der Rückenmitte) in den Interkostalräumen (IKR) 6 bis 12 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern, Tierzahl in eckigen Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 6 | - | 35.0 \pm 0.00 [1] (35.0 – 35.0) | 39.0 \pm 0.00 [1] (39.0 – 39.0) | - | - | 37.0 \pm 0.00 [1] (37.0 – 37.0) |
| 7 | 29.0 \pm 0.00 [2] (29.0 – 29.0) | 28.8 \pm 2.68 [5] (26.0 – 33.0) | 34.8 \pm 6.10 [6] (27.0 – 43.0) | 35.0 \pm 3.54 [5] (29.0 – 38.0) | 31.6 \pm 2.30 [5] (28.0 – 34.0) | 32.8 \pm 3.43 [6] (29.0 – 38.0) |
| 8 | 23.1 \pm 1.08 [5] (22.0 – 24.5) | 26.3 \pm 3.09 [6] (23.5 – 32.0) | 27.5 \pm 2.97 [6] (23.0 – 32.0) | 30.0 \pm 2.55 [6] (27.0 – 34.5) | 27.9 \pm 2.42 [6] (25.0 – 32.0) | 27.5 \pm 2.43 [6] (25.0 – 32.0) |
| 9 | 22.4 \pm 2.08 [6] (21.0 – 26.5) | 22.3 \pm 1.72 [6] (20.0 – 24.5) | 25.3 \pm 2.23 [6] (23.0 – 29.0) | 27.1 \pm 2.94 [6] (24.0 – 32.5) | 24.2 \pm 1.94 [6] (22.0 – 27.0) | 24.8 \pm 2.16 [6] (22.0 – 28.5) |
| 10 | 19.3 \pm 1.84 [6] (17.5 – 22.0) | 20.1 \pm 1.43 [6] (19.0 – 22.5) | 22.9 \pm 1.63 [6] (21.0 – 25.0) | 24.1 \pm 2.31 [6] (21.0 – 27.5) | 21.8 \pm 1.89 [6] (19.0 – 24.0) | 22.6 \pm 1.50 [6] (21.0 – 25.0) |
| 11 | 20.4 \pm 2.87 [4] (17.0 – 23.0) | 20.0 \pm 0.00 [3] (20.0 – 20.0) | 20.8 \pm 2.5 [6] (19.0 – 22.5) | 24.5 \pm 4.95 [6] (21.0 – 28.0) | 20.0 \pm 2.5 [3] (17.5 – 22.5) | 19.7 \pm 1.15 [3] (19.0 – 21.0) |
| 12 | - | 20.5 \pm 00.0 [1] (20.5 – 20.5) | - | - | - | - |

Tab. 37: Umfang der V. portae (in cm) in den Interkostalräumen (IKR) 6 bis 12 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 6 | - | 2.5 ± 0.00 (2.5 – 2.5) | 2.8 ± 0.00 (2.8 – 2.8) | - | - | 2.3 ± 0.00 (2.3 – 2.3) |
| 7 | 3.0 ± 1.44 (1.9 – 4.0) | 2.7 ± 0.92 (2.0 – 4.2) | 2.9 ± 0.68 (2.1 – 4.1) | 2.7 ± 0.44 (2.3 – 3.5) | 3.2 ± 0.89 (2.3 – 4.3) | 3.0 ± 0.82 (1.5 – 3.9) |
| 8 | 6.0 ± 2.46 (3.5 – 9.0) | 4.0 ± 1.08 (2.0 – 5.2) | 5.4 ± 0.42 (4.6 – 5.9) | 5.4 ± 1.21 (4.2 – 7.6) | 4.3 ± 1.57 (2.3 – 6.1) | 4.8 ± 1.45 (3.1 – 6.7) |
| 9 | 4.6 ± 0.56 (3.6 – 5.0) | 5.4 ± 1.06 (4.2 – 6.7) | 5.6 ± 0.98 (4.5 – 7.0) | 6.5 ± 1.09 (4.9 – 7.8) | 5.5 ± 0.63 (4.7 – 6.3) | 5.4 ± 0.94 (4.6 – 7.2) |
| 10 | 5.9 ± 0.50 (5.3 – 6.7) | 6.4 ± 0.77 (5.1 – 7.2) | 7.6 ± 0.70 (6.5 – 8.6) | 8.3 ± 1.48 (7.1 – 11.3) | 6.9 ± 1.63 (5.1 – 9.4) | 7.7 ± 1.25 (5.9 – 8.6) |
| 11 | 5.3 ± 0.48 (4.6 – 5.7) | 5.7 ± 0.94 (4.6 – 6.3) | 8.7 ± 0.35 (8.4 – 8.9) | 8.4 ± 1.98 (7.0 – 9.8) | 8.0 ± 0.40 (7.6 – 8.3) | 7.1 ± 2.45 (4.2 – 8.6) |
| 12 | - | 5.6 ± 0.00 (5.6 – 5.6) | - | - | - | - |

Tab. 38: Querschnittfläche der V. portae (in cm²) in den Interkostalräumen (IKR) 6 bis 12 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 6 | - | 0.47 ± 0.00 (0.47 – 0.47) | 0.57 ± 0.00 (0.57 – 0.57) | - | - | 0.38 ± 0.00 (0.38 – 0.38) |
| 7 | 0.72 ± 0.64 (0.27 – 1.2) | 0.59 ± 0.45 (0.29 – 1.3) | 0.62 ± 0.29 (0.34 – 1.2) | 0.54 ± 0.21 (0.34 – 0.88) | 0.82 ± 0.45 (0.38 – 1.4) | 0.69 ± 0.32 (0.17 – 1.1) |
| 8 | 2.3 ± 1.49 (0.92 – 4.6) | 1.2 ± 0.58 (0.27 – 2.0) | 2.1 ± 0.41 (1.4 – 2.6) | 2.2 ± 1.07 (1.3 – 4.3) | 1.6 ± 1.04 (0.38 – 2.8) | 1.8 ± 1.06 (0.71 – 3.4) |
| 9 | 1.6 ± 0.36 (0.93 – 1.8) | 2.2 ± 0.78 (1.3 – 3.1) | 2.4 ± 0.82 (1.5 – 3.6) | 3.0 ± 0.97 (1.6 – 4.1) | 2.1 ± 0.41 (1.6 – 2.7) | 2.2 ± 0.88 (1.5 – 3.9) |
| 10 | 2.3 ± 0.27 (2.1 – 2.7) | 3.0 ± 0.72 (1.9 – 3.8) | 4.2 ± 0.78 (2.9 – 5.2) | 4.6 ± 1.23 (3.7 – 7.1) | 3.4 ± 1.4 (1.9 – 5.4) | 4.1 ± 1.26 (2.3 – 5.1) |
| 11 | 2.1 ± 0.56 (1.6 – 2.9) | 2.3 ± 0.78 (1.4 – 2.9) | 4.6 ± 0.86 (4.0 – 5.3) | 4.7 ± 1.68 (3.5 – 5.9) | 4.4 ± 0.22 (4.2 – 4.6) | 3.2 ± 1.76 (1.2 – 4.3) |
| 12 | - | 2.2 ± 0.00 (2.2 – 2.2) | - | - | - | - |

Tab. 39: Abstand der V. portae von der Leberoberfläche (in cm) in den Interkostalräumen (IKR) 6 bis 12 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 6 | - | 4.0 \pm 0.00 (4.0 – 4.0) | 4.5 \pm 0.00 (4.5 – 4.5) | - | - | 5.3 \pm 0.00 (5.3 – 5.3) |
| 7 | 3.3 \pm 0.40 (3.0 – 3.6) | 3.3 \pm 0.22 (3.0 – 3.5) | 4.1 \pm 0.40 (3.5 – 4.5) | 4.3 \pm 0.27 (4.0 – 4.6) | 4.3 \pm 0.58 (3.4 – 4.9) | 4.6 \pm 0.56 (3.5 – 5.0) |
| 8 | 2.5 \pm 0.51 (1.9 – 3.2) | 3.6 \pm 0.37 (3.3 – 4.3) | 4.0 \pm 0.28 (3.7 – 4.3) | 4.4 \pm 0.30 (4.1 – 4.9) | 4.7 \pm 0.66 (3.7 – 5.3) | 4.7 \pm 0.58 (3.9 – 5.4) |
| 9 | 3.3 \pm 0.32 (2.8 – 3.8) | 3.7 \pm 0.25 (3.6 – 4.2) | 4.2 \pm 0.44 (3.7 – 4.9) | 4.3 \pm 0.35 (3.9 – 4.8) | 4.7 \pm 0.41 (4.1 – 5.2) | 4.9 \pm 0.39 (4.4 – 5.5) |
| 10 | 3.8 \pm 0.39 (3.4 – 4.5) | 4.2 \pm 0.63 (3.6 – 5.3) | 4.4 \pm 0.63 (3.5 – 5.3) | 4.9 \pm 0.47 (4.0 – 5.5) | 4.9 \pm 0.84 (3.7 – 6.2) | 4.3 \pm 3.2 (4.0 – 4.7) |
| 11 | 4.2 \pm 0.32 (3.9 – 4.6) | 3.7 \pm 0.57 (3.1 – 4.1) | 4.9 \pm 0.68 (4.5 – 5.4) | 5.1 \pm 0.01 (5.1 – 5.1) | 4.3 \pm 0.18 (4.1 – 4.4) | 4.0 \pm 0.36 (3.6 – 4.3) |
| 12 | - | 2.6 \pm 0.00 (2.6 – 2.6) | - | - | - | - |

Tab. 40: Durchmesser der V. portae (in cm) in den Interkostalräumen (IKR) 6 bis 12 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 6 | - | 0.75 ± 0.00 (0.75 \pm 0.75) | 0.84 ± 0.00 (0.84 \pm 0.84) | - | - | 0.62 ± 0.00 (0.62 \pm 0.62) |
| 7 | 0.82 ± 0.36 (0.56 \pm 1.1) | 0.78 ± 0.26 (0.53 \pm 1.2) | 0.82 ± 0.19 (0.51 \pm 1.1) | 0.80 ± 0.18 (0.62 \pm 1.1) | 0.97 ± 0.24 (0.68 \pm 1.3) | 0.91 ± 0.29 (0.43 \pm 1.3) |
| 8 | 1.2 ± 0.17 (0.98 \pm 1.4) | 1.0 ± 0.30 (0.50 \pm 1.3) | 1.4 ± 0.31 (1.0 \pm 1.7) | 1.4 ± 0.26 (1.1 \pm 1.8) | 1.3 ± 0.43 (0.73 \pm 1.8) | 1.4 ± 0.38 (0.92 \pm 1.8) |
| 9 | 1.2 ± 0.17 (0.98 \pm 1.4) | 1.5 ± 0.20 (1.2 \pm 1.7) | 1.5 ± 0.22 (1.2 \pm 1.7) | 1.6 ± 0.36 (0.96 \pm 2.0) | 1.6 ± 0.22 (1.2 \pm 1.8) | 1.6 ± 0.34 (1.3 \pm 2.3) |
| 10 | 1.4 ± 0.19 (1.1 \pm 1.6) | 1.7 ± 0.22 (1.3 \pm 1.9) | 2.0 ± 0.28 (1.5 \pm 2.4) | 1.9 ± 0.25 (1.5 \pm 2.3) | 1.8 ± 0.26 (1.5 \pm 2.1) | 1.8 ± 0.33 (1.4 \pm 2.2) |
| 11 | 1.4 ± 0.30 (1.1 \pm 1.8) | 1.3 ± 0.24 (1.1 \pm 1.5) | 1.6 ± 0.20 (1.4 \pm 1.7) | 1.6 ± 0.08 (1.6 \pm 1.7) | 1.8 ± 0.08 (1.7 \pm 1.9) | 1.4 ± 0.23 (1.2 \pm 1.6) |
| 12 | - | 1.3 ± 0.00 (1.3 \pm 1.3) | - | - | - | - |

Tab. 41: Dorsale Grenze der Gallenblase (cm von der Rückenmitte) in den Interkostalräumen (IKR) 8 bis 11 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern, Tierzahl in eckigen Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 8 | - | 39.0 \pm 0.00 [1] (39.0 – 39.0) | 37.0 \pm 0.00 [1] (37.0 – 37.0) | 43.7 \pm 4.04 [3] (40.0 – 48.0) | 31.3 \pm 3.01 [3] (28.0 – 34.0) | 34.0 \pm 0.00 [1] (34.0 – 34.0) |
| 9 | 29.0 \pm 0.00 [1] (29.0 – 29.0) | 30.5 \pm 0.00 [1] (30.5 – 30.5) | 32.2 \pm 3.33 [3] (28.5 – 35.0) | 37.5 \pm 5.60 [5] (32.0 – 44.5) | 27.0 \pm 4.24 [2] (24.0 – 30.0) | 32.0 \pm 2.65 [3] (30.0 – 35.0) |
| 10 | 26.7 \pm 5.86 [3] (20.0 – 31.0) | 29.3 \pm 2.57 [3] (26.5 – 31.5) | 27.5 \pm 2.12 [2] (16.0 – 29.0) | 37.3 \pm 7.42 [2] (32.0 – 42.5) | - | 25.8 \pm 1.06 [2] (25.0 – 26.5) |
| 11 | 25.8 \pm 5.30 [3] (22.0 – 29.5) | 33.0 \pm 0.00 [1] (33.0 – 33.0) | - | - | - | - |

Tab. 42: Längsausdehnung der Gallenblase (in cm) in den Interkostalräumen (IKR) 8 bis 11 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 8 | - | 3.1 \pm 0.00 (3.1 – 3.1) | 5.6 \pm 0.00 (5.6 – 5.6) | 3.9 \pm 1.0 (2.9 – 4.9) | 2.3 \pm 0.59 (1.8 – 2.9) | 3.4 \pm 0.00 (3.4 – 3.4) |
| 9 | 2.9 \pm 0.00 (2.9 – 2.9) | 3.9 \pm 0.00 (3.9 – 3.9) | 3.3 \pm 0.71 (2.7 – 4.1) | 3.4 \pm 1.1 (2.8 – 5.3) | 1.5 \pm 1.27 (0.6 – 2.3) | 4.6 \pm 1.23 (3.7 – 6.0) |
| 10 | 2.4 \pm 1.16 (1.1 – 3.3) | 3.3 \pm 1.22 (2.1 – 4.6) | 3.9 \pm 0.93 (3.2 – 4.6) | 3.7 \pm 2.97 (3.5 – 3.9) | - | 3.2 \pm 1.8 (1.9 – 4.5) |
| 11 | 3.4 \pm 1.03 (2.7 – 4.1) | 2.9 \pm 0.00 (2.9 – 2.9) | - | - | - | - |

Tab. 43: Querdurchmesser der Gallenblase (in cm) in den Interkostalräumen (IKR) 8 bis 11 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| IKR | Untersuchung 1 | Untersuchung 2 | Untersuchung 3 | Untersuchung 4 | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 8 | - | 1.5 \pm 0.00 (1.5 – 1.5) | 1.8 \pm 0.00 (1.8 – 1.8) | 1.7 \pm 1.90 (1.5 – 1.8) | 1.2 \pm 0.14 (1.1 – 1.4) | 0.9 \pm 0.00 (9.4 – 9.4) |
| 9 | 1.1 \pm 0.00 (1.1 – 1.1) | 1.5 \pm 0.00 (1.5 – 1.5) | 1.7 \pm 0.36 (1.5 – 2.1) | 1.5 \pm 0.51 (0.9 – 2.0) | 1.1 \pm 0.74 (0.6 – 1.6) | 1.7 \pm 0.38 (1.2 – 1.9) |
| 10 | 1.2 \pm 0.26 (1.0 – 1.5) | 1.3 \pm 0.17 (1.2 – 1.5) | 1.5 \pm 0.69 (1.0 – 2.0) | 1.6 \pm 1.02 (0.9 – 2.4) | - | 0.9 \pm 0.27 (0.7 – 1.1) |
| 11 | 1.2 \pm 0.15 (1.1 – 1.3) | 1.4 \pm 0.00 (1.4 – 1.4) | - | - | - | - |

7. DISKUSSION

7.1. Sonographie beim Kalb

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Referenzwerte für die sonographische Darstellung von Haube, Pansen, Psalter, Labmagen, Leber und Milz bei gesunden Kälbern zu ermitteln und die Entwicklung der Organe in Abhängigkeit vom Alter und von der Fütterung des Kalbes zu beschreiben. Die sonographische Untersuchung wurde in Anlehnung an bereits etablierte Methoden beim Rind und Kalb durchgeführt. Die Kälber konnten stehend untersucht werden. Zur besseren Fixation war stets eine Hilfsperson nötig. Vor allem die jungen Kälber waren sehr unruhig oder legten sich während der Untersuchung vorübergehend ab, so dass es schwierig war, den Schallkopf an einem Ort zu halten, um ein Organ mehrere Minuten verfolgen zu können. Der gewählte 5-MHz-Schallkopf erwies sich für alle Messungen als sehr gut geeignet. Der 13-MHz-Schallkopf für die Messung der Pansenwand brachte keinen weiteren Vorteil.

7.2. Sonographie der Haube

Die sonographische Untersuchung der Haube wurde bereits von verschiedenen Autoren beschrieben (GÖTZ, 1992; BRAUN und GÖTZ, 1994; BRAUN und RAUCH, 2008; RAUCH, 2008). Das Vorgehen bei der Untersuchung der Haube des erwachsenen Rindes konnte für das Kalb übernommen werden. Bei gesunden Kühen kann die Haube von der Medianlinie aus nur in Ausnahmefällen, wie z. B. bei fortgeschrittener Gravidität, nicht dargestellt werden. Bei den neugeborenen Kälbern konnte die Haube nur in einem Fall eindeutig identifiziert werden. Bei diesem Kalb wurde die Haube rechts im 7. Interkostalraum gesehen. Der dargestellte Sack dorsal des Pansens könnte bei den anderen Kälbern neben der Haube auch der Pansenvorhof gewesen sein. Dagegen war eine Darstellung der Haube in der Medianlinie oder leicht links paramedian ab der zweiten Untersuchung bei jedem Kalb möglich. Da die Haube bei der Geburt noch keine Bedeutung hat und somit ein sehr kleines Organ ist, liegt sie wahrscheinlich nicht dem Boden des

Abdomens auf. Dadurch ist sie beim neugeborenen Kalb der sonographischen Untersuchung nur schwer zugänglich. Die typischen biphasischen Kontraktionen der Haube konnten ab der zweiten Untersuchung, also ab dem 16. Lebenstag, bei allen Kälbern beobachtet werden. Die Haube, die bereits bei der ersten Untersuchung sichtbar war, wies 5 biphasische Kontraktionen in drei Minuten auf. Nach den Angaben von DIRKSEN (2006) treten die zyklischen Haubenkontraktionen ab einem Alter von 6 bis 8 Wochen auf. GAUTSCHI (2010) konnte die Haube bei 7 von 10 durchschnittlich 3 Wochen alten, Milch trinkenden Kälbern sonographisch darstellen. Bereits bei diesen Kälbern wies sie ein biphasisches Kontraktionsmuster auf, wie es auch in der vorliegenden Arbeit bei der zweiten Untersuchung in der dritten Lebenswoche beobachtet wurde. Im Gegensatz zur Kuh war die Kontraktionsstrecke der Haube aber wesentlich kleiner und die Geschwindigkeit der ersten Haubenkontraktion langsamer (GAUTSCHI, 2010). Bei Heu fressenden Kälbern beobachtete GAUTSCHI (2010) eine Anzahl von Kontraktionen, die der von ruhenden Kühen entsprach. Die Kontraktionsstrecke war allerdings mit durchschnittlich 5.2 cm immer noch geringer als diejenige der erwachsenen Kuh mit 8.7 cm. Während der Fütterung mit einem Mix aus Heu und Grassilage traten ein signifikanter Anstieg der Haubenkontraktionen, ein signifikant verkürztes Pausenintervall zwischen den Kontraktionen und eine geringere Anzahl Kontraktionen pro Minute auf.

7.3. Sonographie des Pansens

Der Pansen konnte bei allen Kälbern bereits ab der ersten Lebenswoche dargestellt werden. Diese Beobachtung steht im Gegensatz zu derjenigen von JUNG (2002), welche bei Kälbern bis zu einem Alter von 14 Tagen sonographisch nur den Labmagen und den Psalter sehen konnte. Der Pansen war bei den Kälbern in der ersten Lebenswoche nur von links in den Interkostalräumen 7 bis 12 und in der kranialen Flanke darstellbar. Obwohl der Pansen des neugeborenen Kalbes sehr klein und ohne Funktion ist, konnte er bei der sonographischen Untersuchung als mit

unterschiedlich viel Flüssigkeit gefülltes Gebilde dargestellt werden. Aufgrund des geringen Inhalts war häufig auch die mediale Wand des Pansens gut zu sehen. Da der Pansen von der Milch umgangen wird, enthält er nur wenig Flüssigkeit, wie z. B. Sekrete des Respirationstraktes und Speichel (BERG, 1982). Zu berücksichtigen ist zusätzlich, dass der Schluss der Schlundrinne auch beim gesunden Kalb nicht vollständig ist und so ca. 10 % der Milch in den Pansen gelangen (RUCKEBUSCH und KAY, 1971). Dies konnte durch die Gewinnung von Panseninhalt bei drei Kälbern bestätigt werden. TAMATE et al. (1962) beschrieben die Entwicklung des Vormagensystems beim Kalb bis zu einem Alter von 12 Wochen. Die ventrale Grenze des Pansens der neugeborenen Kälber lag auf halber Strecke zwischen der dorsalen und der ventralen Begrenzung des Abdomens. Die ventrale Grenze des Pansens lag in der vorliegenden Arbeit zwischen durchschnittlich 9.5 cm und 26.0 cm von der Rückenmitte entfernt. Dies entsprach ebenfalls der ungefähren Mitte des halben Bauchumfangs. Der Pansen der neugeborenen Kälber war durch den Pansenpfeiler, sonographisch als in das Lumen hinein ragende Falte darstellbar, in zwei Abteilungen getrennt. Allerdings war es nicht eindeutig klar, ob dabei die Abtrennung zum späteren Pansenvorhof gesehen wurde oder der dorsale und ventrale Pansensack. Sonographisch stellte sich der Panseninhalt ab der zweiten Untersuchung wie beim adulten Tier dar, da die Kälber zu diesem Zeitpunkt bereits Raufutter aufnahmen. WARNER und FLATT (1964) beschrieben die Entwicklung, indem sie das Gewebegewicht der einzelnen Kompartimente des Magensystems untersuchten. Sie fanden mit dem Beginn der Raufutteraufnahme eine rapide Zunahme des Anteils des Reticulorumens, während der Gewebeanteil des Labmagens abnahm. Diese wesentlichen Veränderungen ab der 2. bis 3. Lebenswoche erwähnten auch DYCE et al. (2002). TAMATE et al. (1962) berichteten von einer beachtenswerten Entwicklung des Reticulorumens in den ersten vier Lebenswochen bei einer Fütterung mit Milch, Heu und Getreidekörnern.

Die Ausdehnung des Pansens nahm von der ersten bis zur vierten Untersuchung in den kaudalen Interkostalräumen stetig zu und bei der fünften und sechsten Untersuchung konnte der Pansen sogar von links über die Mediane hinaus auf die rechte Körperseite verfolgt werden. Dies stimmt mit der anatomischen Entwicklung überein, denn der Pansen füllt beim adulten Rind die ganze linke Bauchhöhle aus und reicht teilweise bis in die rechte Flanke (SALOMON et al., 2005). In den Untersuchungen von TAMATE et al. (1962) füllte der Pansen die linke Körperhälfte bereits ab einem Alter von 8 Wochen vollständig aus. Der ventrale Blindsack expandierte dann immer weiter nach rechts. Am grössten war die Zunahme der Ausdehnung in der vorliegenden Untersuchung zwischen der vierten und fünften Untersuchung. Dies steht mit grosser Wahrscheinlichkeit in direktem Zusammenhang mit dem Absetzen der Milch nach der vierten Untersuchung.

Die Messung der Pansenwand ergab keine besonderen Befunde. Es war schwierig, die Wand exakt von der Bauchwand und vom Inhalt des Pansens abzugrenzen, so dass die Messwerte eine grosse Schwankungsbreite aufwiesen. Ausserdem konnte die Wand nur dort deutlich gesehen werden, wo sie direkt der seitlichen Bauchwand anlag. Aufgrund der zahlreichen Zotten im ventralen Pansensack wäre dort eine dickere Wand zu erwarten gewesen. Allerdings scheint die Pansenwand tendenziell dorsal eher etwas dicker zu sein als ventral. Trotz der guten Auflösung der Sonde war die mittels der elektronischen Cursormarken gemessene Strecke immer noch sehr klein und darum für eine Aussage zu ungenau.

7.4. Sonographie des Psalters

Der Psalter war ausnahmslos zu jedem Untersuchungszeitpunkt darstellbar. Im Gegensatz dazu konnte JUNG (2002) den Psalter in den ersten 14 Lebenstagen nur bei einem von 10 gesunden Kälbern identifizieren. In den vorliegenden Untersuchungen lag der Psalter als kleine kugelige Magenabteilung immer auf der rechten Körperseite medial der Leber. Bei allen Kälbern war er im 8. und 9. Interkostalraum sichtbar. Zusätzlich konnte der Psalter bei 4 Kälbern auch von links medial

des Pansens bzw. der Milz dargestellt werden. Dies kann damit erklärt werden, dass Kälber ein relativ schmales Abdomen besitzen und die Eindringtiefe der Ultraschallsonde ausreichte, um das Abdomen vollständig zu erfassen. Zusätzlich war der Pansen noch klein und zusammengefallen sowie mit Flüssigkeit gefüllt, so dass dessen mediale Begrenzung sichtbar war. Der Psalterinhalt stellte sich bei den Neugeborenen als eine hyperechogene Füllung dar, die eine leichte Streifung aufwies, welche auf die Psalterblätter zurückgeführt wurde. Ab der zweiten Untersuchung war der Inhalt des Psalters wie bei adulten Kühen nicht mehr erkennbar (BLESSING, 2003; BRAUN und BLESSING, 2006). JUNG (2002) beschrieb die Psalterblätter bei 8 Kälbern im Alter zwischen 12 Lebensstunden und 14 Tagen als echoreiche Strukturen, die sich deutlich vom umliegenden echofreien Psalterinhalt abgrenzten. Bei den 6 in dieser Studie untersuchten Kälbern konnten die Psalterblätter nur an den Ansätzen oder gar nicht dargestellt werden. Das Gleiche wurde auch von GAUTSCHI (2010) beobachtet. Bei der letzten Untersuchung lag der Psalter bei einem Kalb konstant der Bauchwand an. JUNG (2002) fand den Psalter bereits bei einem 14 Tage alten gesunden Kalb 6 Stunden nach der letzten Tränkeaufnahme der Bauchwand anliegend, während TOTZAUER und SINOWATZ (1990) beschrieben, dass er die Bauchwand im 9. und 11. Interkostalraum erst im Alter von 7 Monaten berührt. In den Untersuchungen von GAUTSCHI (2010) lag der Psalter der Bauchwand nur bei einem Kalb direkt an. Die Beobachtung von JUNG (2002), dass der Psalter der Bauchwand anlag, könnte mit der Untersuchung in Seitenlage zusammenhängen. Ausserdem könnte es von Bedeutung sein, dass die Milch den Labmagen 6 Stunden nach dem Tränken bereits weitgehend passiert hatte und dieser deshalb wieder kleiner geworden war, wodurch der Psalter mehr Bewegungsfreiheit nach ventral bekam. Die Ausdehnung des Psalters nahm von der ersten bis zur sechsten Untersuchung deutlich zu. Dies war im Zusammenhang mit dem körperlichen Wachstum und der Entwicklung der Kälber zu erwarten gewesen. Im Gegensatz dazu beobachteten TAMATE et al. (1962) in den ersten 12 Lebenswochen keine massiven Veränderungen der Psaltergrösse. Aller-

dings war der Psalter bei den mit Heu und Starterfutter zugefütterten Tieren grösser als bei Kälbern vergleichbaren Alters, die nur mit Milch ernährt wurden.

7.5. Sonographie des Labmagens

Der Labmagen der Kälber konnte, wie bereits in anderen Studien (JUNG, 2002; GAUTSCHI, 2010), bei allen Tieren dargestellt werden. Der Labmagen der gesunden Kälber lag 3.5 bis 5.5 Stunden nach der letzten Tränkeaufnahme mehr links als rechts der Medianen. Diese Beobachtung stimmt mit derjenigen von GAUTSCHI (2010) überein. Der Labmagen wies, wie es auch in der anatomischen Literatur beschrieben wird, bei den Kälbern in den ersten 21 Lebenstagen im Gegensatz zur Kuh einen ausgeprägten Kontakt zur Leber auf (BERG, 1982; DYCE et al., 2002). Die sichtbare Ausdehnung des Labmagens nahm von der ersten bis zur sechsten Untersuchung ab. Links unterlag sie in einigen Interkostalräumen grösseren Schwankungen. Dies könnte auf eine bessere Erkennung des Organs bei den letzten Kälbern aufgrund der gewonnenen Erfahrung während des Untersuchungszeitraumes zu erklären sein. Der Labmagen wurde dadurch bereits medial von anderen Organen sicher erkannt. Die sichtbare Ausdehnung des Labmagens verkleinerte sich in den Interkostalräumen 5 bis 9 auf der linken Seite am deutlichsten zwischen der vierten und fünften Untersuchung und kaudal davon fanden die deutlichsten Veränderungen zwischen den Untersuchungen 1 und 2 statt. Auf der rechten Körperseite nahm die sichtbare Labmagenausdehnung am deutlichsten zwischen der ersten und der zweiten Untersuchung ab. Die beobachteten Veränderungen sind mit der Überlagerung des Labmagens durch Pansen und Därme zu erklären. Eine leichte Abnahme der sichtbaren Labmagenausdehnung auf der linken Körperseite zum Zeitpunkt der fünften und sechsten Untersuchung sowie eine gleichzeitige Zunahme der sichtbaren Ausdehnung in einigen Interkostalräumen rechts deuten eine leichte Lageverschiebung nach rechts an. TAMATE et al. (1962) erwähnten, dass der Labmagen durch die starke Ausdehnung des Pansens auf der linken Körperhälfte bereits ab der 12. Lebenswoche zu einem grossen

Teil auf die rechte Körperseite verschoben wird. Beim ausgewachsenen Rind liegt der Labmagen dann zu einem grösseren Teil paramedian rechts als links, da links der Pansen den Raum im Abdomen einnimmt (BRAUN, 1997). Die vollständige Ausdehnung des Labmagens wird sichtbar, wenn das Kalb eine grössere Menge Milch getrunken hat. Dann dehnt er sich vom Zwerchfell und der Leber bis zum Beckeneingang und von der ventralen Bauchwand beidseits bis zu den Flanken aus (BERG, 1982; DYCE et al., 2002). Die Ausdehnung des Labmagens in einer Körperhälfte vergrösserte sich bei den untersuchten Kälbern nach Aufnahme einer Milchmenge von 50 % der Tagesmilchmenge und maximal 4 Litern in einigen Interkostalräumen signifikant. Der Grund für nur sehr vereinzelte signifikante Unterschiede bei der ersten Untersuchung könnte der allgemein noch sehr grosse Labmagen bei den Neugeborenen sein. Ausserdem enthielt der Labmagen bei diesen Kälbern teilweise noch unverdaute Milch.

Der sich stark verjüngende Pylorusteil des Labmagens erstreckt sich transversal oder mit einem kleinen Anstieg in Richtung rechte Bauchwand und endet im Pylorus (DYCE et al., 2002). Dieser Teil des Labmagens konnte bei den älteren Kälbern identifiziert, aber nicht immer eindeutig vom Corpus des Labmagens und den umgebenden Darmteilen abgegrenzt werden. WITTEK et al. (2005a) erkannten den Pylorusteil gegen Ende der szintigraphischen Messung ihres Experimentes bei einigen Kälbern. Sie erwähnten aber, dass dieser Teil des Labmagens häufig von Dünndarmschlingen überlagert wurde.

Der Pylorus selbst konnte bei den jüngeren Kälbern etwas häufiger als bei den älteren identifiziert werden. Bei Kühen konnte der Pylorus nur selten sonographisch dargestellt werden (WILD, 1995; BRAUN, 1997; BRAUN et al., 1997). Nach diesen Autoren kann der Pylorus nur eindeutig von Dünndärmen unterschieden werden, wenn er der Bauchwand direkt anliegt und im Querschnitt getroffen wird. Nach der Tränkeaufnahme war der Pylorus nur selten zu sehen. Auch JUNG (2002) beschrieb, dass der Pylorus infolge hochgradiger Füllung des Labmagens nach der Tränkeaufnahme nicht darstellbar war. LISCHER (1991) konnte die Fül-

lung des Labmagens während der Tränke mittels Sonographie beobachten und sehen, wie sich der Pylorus dabei nach rechts dorsal verschob.

Die Zeit vom Anbieten der Milch mit dem Sauger und der sonographischen Darstellung des Milcheinstroms in den Labmagen lag in 87.5 % der Fälle unter 22.3 Sekunden. Die längeren Zeiten bei drei Tränkeversuchen waren durch Undichtigkeiten des Tränkeschlauchs, schlechter Vertrautheit der neugeborenen Kälber mit dem Tränkesystem oder einer nicht optimalen Sondenposition zu erklären. Ausserdem war es schwierig, die Sonde in Position zu halten, da die Kälber oft sehr nervös waren.

Die Formation des Labmageninhalts begann direkt nach der Milchaufnahme, was mit der Beschreibung von MORTENSON et al. (1935) übereinstimmt, dass Rohmilch im Labmagen des Kalbes ein bis zehn Minuten nach dem Tränken zu koagulieren beginnt. Zuerst bildete sich ein grosser Gerinnungsklumpen und ein flüssiger Randsaum. Später waren kleinere hyperechogene Milchkoagula sichtbar. Der zeitliche Ablauf der Umformierung des Labmageninhalts, wie ihn MIYAZAKI et al. (2009) und GAUTSCHI (2010) beschrieben, wurde in dieser Arbeit nicht genauer untersucht.

Die Wand des Labmagens konnte als echogene Linie gesehen werden. Vereinzelt war bei den von der Tränke abgesetzten Kälbern eine deutliche Schichtung der Labmagenfalten zu erkennen, wie es auch von JUNG (2002) beschrieben wurde. Bei diesen Kälbern war der Labmageninhalt viel homogener und die Beschaffenheit der Schleimhaut deshalb leichter zu beurteilen.

7.6. Ultraschalluntersuchung der Leber

Referenzwerte für die sonographische Untersuchung der Leber beim adulten Rind wurden schon vor vielen Jahren ermittelt (BRAUN, 1990; BRAUN und GERBER, 1994). Die damals beschriebene Methode konnte sehr gut auf das Kalb übertragen werden. Die Leber des Kalbes eignet sich wie diejenige der Kuh ebenfalls sehr gut für die sonographische Untersuchung. Sie konnte bei allen Kälbern bereits direkt

nach der Geburt dargestellt werden. In den Interkostalräumen 6 bis 11 war die Leber unabhängig vom Alter der Kälber immer sichtbar. Am besten kann die Leber beim adulten Rind sonographisch in den Interkostalräumen 10 bis 12 dargestellt werden (GERBER, 1993). Die Darstellbarkeit beim Kalb stimmt, wie in der vorliegenden Arbeit gezeigt werden konnte, grösstenteils mit der beim adulten Rind überein. Die Tatsache, dass die Leber des Kalbes im 12. Interkostalraum nicht immer sichtbar ist, könnte mit dem noch nicht vollständig ausgebildeten Vormagensystem zusammenhängen, welches mit fortschreitendem Alter der Tiere immer mehr Raum im Abdomen einnimmt. Die Leber überragte bei den Untersuchungen 2, 3 und 4 bei 3, 4 und 3 Kälbern die Mediane nach links, so wie es in der anatomischen Literatur für die Leber des neugeborenen Kalbes beschrieben wurde (BERG, 1982; SALOMON et al., 2005). Die gleiche Beobachtung wurde auch von JUNG (2002) erhoben.

Die V. cava caudalis war bei allen Kälbern zu jedem Untersuchungszeitpunkt in mindestens einem der Interkostalräume 9 bis 12 darstellbar. Kranial des 9. Interkostalraumes war die V. cava caudalis von der Lunge überlagert und nie darstellbar. GERBER (1993) beschrieb beim erwachsenen Rind eine Darstellbarkeit der Vene bei 96 % der untersuchten Tiere. Beim adulten Tier entsteht die dreieckige Form des Gefässes durch die Einbettung ins Lebergewebe im Sulcus venae cavae (BRAUN, 1997). Die unterschiedliche Form der V. cava caudalis beim Kalb lässt sich durch die noch unvollständige Ausreifung der anliegenden Abdominalorgane und der dadurch geringeren Einengung der Leber und der V. cava caudalis erklären. Umfang und Querschnittfläche der Vene schwankten innerhalb der einzelnen Untersuchungen und zeigten im Verlauf der Untersuchungen keine deutliche Zu- oder Abnahme. Wie beim Rind lag die V. cava caudalis dorsal und medial der V. portae. Die Wand der V. cava caudalis liess sich im Gegensatz zu derjenigen der V. portae nur sehr schlecht darstellen.

Die V. portae konnte bei allen Kälbern in mindestens zwei Interkostalräumen dargestellt werden. Dabei war sie im 9. und 10. Interkostalraum immer zu sehen. Die

Portalvene hob sich, wie bereits von GERBER (1993) beschrieben, durch einen deutlichen echogenen Saum vom umliegenden Parenchym ab. Die Form der Vene und die sternförmigen Verzweigungen stellten sich wie beim adulten Rind dar.

Die Gallenblase konnte in 2 Untersuchungen (3 und 5) bei 4 Kälbern, in 3 Untersuchungen (1, 2 und 4) bei 5 und in der letzten Untersuchung bei allen 6 Kälbern dargestellt werden. Sie war meist nur in einem Interkostalraum zu sehen. Auch vom Rind ist bekannt, dass die Gallenblase meist nur in einem Interkostalraum sichtbar ist (BRAUN, 1990; GERBER, 1993; BRAUN, 2009b). Die Gallenblase konnte bei den Kälbern am häufigsten im 9. Interkostalraum dargestellt werden. Dies stimmt mit den Untersuchungen von JUNG (2002) überein, welche die Gallenblase am häufigsten im 9. und 10. Interkostalraum sehen konnte. Allerdings konnte diese Autorin die Gallenblase nur bei 20 % der neugeborenen Kälber auffinden. Die seltene Darstellbarkeit könnte mit dem Zeitpunkt der letzten Tränkeaufnahme zusammenhängen. Die Form variierte wie beim adulten Rind zwischen rund und birnenförmig. Je nach Füllungszustand lag die Gallenblase medial der Leber oder überragte diese ventral, um dort der Bauchwand unmittelbar anzuliegen.

7.7. Ultraschalluntersuchung der Milz

Die Milz war von links zu jedem Untersuchungszeitpunkt zu sehen. Sie konnte in den Interkostalräumen 5 bis 12 dargestellt werden und war bei allen Kälbern immer in den Interkostalräumen 8 bis 11 sichtbar. Die dorsale und die ventrale Grenze der Milz verliefen von kranioventral nach kaudodorsal. Wie bereits von SICHER (1995) für das Rind beschrieben, konnte eine atemsynchrone Organbewegung gegenüber dem Peritoneum beobachtet werden. Die Milzpulpa stellte sich wie beim adulten Tier dar. Bei der Messung der Milzdicke stand im Gegensatz zur Leber kein fixer Orientierungspunkt zur Verfügung. Es wurde in jedem Interkostalraum ein Bild eingefroren und die dickste Stelle vermessen. Die Dicke der Milz nahm vom 5. Interkostalraum nach kaudal zu und erreichte ihre dickste Stelle bei

5 der 6 Untersuchungen im 11. Interkostalraum. Die starke individuelle Schwankung der Milzdicke könnte sowohl auf die kleine Tierzahl als auch auf die unterschiedliche Grösse der Kälber zurückzuführen sein. Allerdings ist auch zu berücksichtigen, dass der Messpunkt nicht exakt festlegbar und darum Schwankungen unterlegen war. Die anechogene runde Struktur medial der Milz könnte der Hilus lienalis sein, dessen sonographische Darstellung bisher beim Wiederkäuer nicht beschrieben wurde.

7.8. Veränderungen bei der Umstellung von Milch- auf Heufütterung

Mit dem Beginn der Raufutteraufnahme des Kalbes treten wesentliche Veränderungen in den Proportionen der Mägen auf (BERG, 1982; DYCE et al., 2002). In der vorliegenden Arbeit wurde beobachtet, dass sich in der dritten Lebenswoche alle vier Mägen sonographisch bereits wie beim adulten Tier darstellten. Zu diesem Zeitpunkt nahmen die Kälber bereits Raufutter auf. Nach dem Absetzen der Milch nahm der Pansen signifikant an Grösse zu und dehnte sich zunehmend auf die rechte Körperseite aus. TAMATE et al. (1962) beobachteten, dass sich der Pansen von ausschliesslich mit Milch gefütterten Kälbern innerhalb der ersten 12 Lebenswochen zwar nach ventral ausdehnte, aber im Gegensatz zu Kälbern, die zusätzlich Starterfutter und Heu bekamen, nie den ventralen Boden der Bauchwand erreichte. GAUTSCHI (2010) stellte ebenfalls fest, dass der Pansen der Heu fressenden Kälber im Vergleich zu den Milch trinkenden eine grössere Ausdehnung nach kaudal und ventral aufwies und HARRISON et al. (1960) fanden, dass die Veränderungen bei einer Wiederaufnahme der Milchfütterung teilweise reversibel waren. Bei der Haube, dem Psalter und dem Labmagen fanden im Zusammenhang mit dem Absetzen von der Milch keine besonders auffälligen Veränderungen statt.

7.9. Schlussbemerkungen

Das Ziel dieser Arbeit war es, die sonographischen Befunde gesunder Kälber an Haube, Pansen, Psalter, Labmagen, Milz und Leber zu beschreiben. Insbesondere sollte dabei auf die Entwicklung der Organe im Verlauf der ersten 100 Lebenstage und deren Veränderungen im Zusammenhang mit der Umstellung der Fütterung eingegangen werden. Insgesamt wurden dazu 6 gesunde Kälber der Holstein-Friesian-Rasse untersucht. Trotz der kleinen Anzahl der Versuchstiere und den individuellen Unterschieden können die erarbeiteten Werte dennoch als Anhaltspunkte verwendet werden. Viele Veränderungen am Magensystem scheinen im ersten Lebensmonat statt zu finden. Dieser Zeitabschnitt wurde in dieser Arbeit nicht im Detail abgeklärt, da die Kälber nur alle drei Wochen untersucht wurden. Insgesamt kann die angewandte Untersuchungstechnik als gut praktikabel und reproduzierbar angesehen werden. Die sonographische Untersuchung kann als wertvolles diagnostisches Mittel im Rahmen der Untersuchung des Abdomens beim Kalb dienen.

8. LITERATURVERZEICHNIS

ASAI, T. (1975): Developmental processes of omasal motility in calves. Jpn. J. Vet. Sci. 37, 603-607.

BERG, R. (1982): Angewandte und topographische Anatomie der Bauchhöhle. In: Angewandte und topographische Anatomie der Haustiere. 2. Aufl., VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 223-257.

BLESSING, S. (2003): Sonographische Untersuchungen am Psalter des Rindes. Dissertation, Universität Zürich.

BRAUN, U. (1990): Ultrasonographic examination of the liver in cows. Am. J. Vet. Res. 51, 1522-1526.

BRAUN, U., M. GÖTZ and O. MARMIER (1993): Ultrasonographic findings in cows with traumatic reticuloperitonitis. Vet. Rec. 133, 416-422.

BRAUN, U. and B. GERBER (1994): Influence of age, breed, and stage of pregnancy on hepatic ultrasonographic findings in cows. Am. J. Vet. Res. 55, 1201-1205.

BRAUN, U. and M. GÖTZ (1994): Ultrasonography of the reticulum in cows. Am. J. Vet. Res. 55, 325-332.

BRAUN, U. (1997): Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind. Parey Buchverlag, Berlin.

BRAUN, U., K. WILD and F. GUSCETTI (1997): Ultrasonographic examination of the abomasum of 50 cows. Vet. Rec. 140, 93-98.

BRAUN, U., B. GANSOHR and M. HÄSSIG (2002): Ultrasonographic evaluation of reticular motility in cows after administration of atropine, scopolamine and xylazine. J. Vet. Med. A 49, 299-302.

BRAUN, U. (2003): Ultrasonography in gastrointestinal disease in cattle. Vet. J. 166, 112-124.

BRAUN, U. and S. BLESSING (2006): Ultrasonographic examination of the omasum in 30 healthy cows. Vet. Rec. 159, 812-815.

BRAUN, U. and D. SICHER (2006): Ultrasonography of the spleen in 50 healthy cows. Vet. J. 171, 513-518.

BRAUN, U. and S. RAUCH (2008): Ultrasonographic evaluation of reticular motility during rest, eating, rumination and stress in 30 healthy cows. *Vet. Rec.* 163, 571-574.

BRAUN, U. (2009a): Ultrasonography of the gastrointestinal tract in cattle. *Vet. Clin. North Am. (Food Anim. Pract.)* 25, 567-590.

BRAUN, U. (2009b): Ultrasonography of the liver in cattle. *Vet. Clin. North Am. (Food Anim. Pract.)* 25, 591-609.

BRAUN, U., S. RAUCH and M. HÄSSIG (2009): Ultrasonographic evaluation of reticular motility in 144 cattle with vagal indigestion. *Vet. Rec.* 164, 11-13.

BUCZINSKI, S., J. DUVAL, M.-A. D'ANJOU, D. FRANCOZ and G. FECTEAU (2007): Portocaval shunt in a calf: Clinical, pathologic, and ultrasonographic findings. *Can. Vet. J.* 48, 407-410.

CONSTABLE, P. D., HOFFSIS, G. F. and RINGS, D. M. (1990a): The reticulorumen: Normal and abnormal motor function. Part I. Primary contraction cycle. *Comp. Contin. Educ. Pract. Vet.* 12, 1008-1014.

CONSTABLE, P. D., HOFFSIS, G. F. and RINGS, D. M. (1990b): The reticulorumen: Normal and abnormal motor function. Part I. Secondary contraction cycle. *Comp. Contin. Educ. Pract. Vet.* 12, 1169-1174.

DIRKSEN, G. (2006): Krankheiten von Haube und Pansen bei Milchkalb und Jungrind. In: *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. Hrsg. G. Dirksen, H.-D. Gründer und M. Stöber. Parey Buchverlag, Stuttgart, 455-469.

DYCE, K. M., W. O. SACK and C. J. G. WENSING (2002): *Textbook of Veterinary Anatomy*. 3rd edn., Saunders Elsevier, Philadelphia, 100-147, 666-690.

EL-KHODERY, S. A. and M. SATO (2008): Ultrasonographic assessment of the reticular motility in cows after the administration of different doses of metoclopramide and neostigmine. *Vet. Res. Commun.* 32, 473-480.

FLÖCK, M. (2003): *Ultraschalldiagnostik von Entzündungen der Nabelstrukturen, persistierendem Urachus und Umbilikalhernie beim Kalb*. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 116, 2-11.

GAUTSCHI, A. (2010): *Sonographische Untersuchungen an Haube, Pansen, Psalter und Labmagen von 30 Kälbern*. Dissertation, Universität Zürich.

GERBER, D. (1993): Sonographische Befunde an der Leber des Rindes. Dissertation, Universität Zürich.

GEYER, H., G. ABERGER und H. WISSDORF (1971): Beitrag zur Anatomie der Leber beim neugeborenen Kalb. Topographische Untersuchungen mit Darstellung der Gallenwege und der intrahepatischen Venen. Schweiz. Arch. Tierheilk. 113, 577-586.

GÖTZ, M. (1992): Sonographische Untersuchungen an der Haube des Rindes. Dissertation, Universität Zürich.

HARRISON, H. N., R. G. WARNER, E. G. SANDER and J. K. LOOSLI (1960): Changes in the tissue and the volume of the stomachs of calves following the removal of dry feed or consumption of inert bulk. J. Dairy Sci. 43, 1301-1312.

HEIDEMANN, A. und E. GRUNERT (1995): Ultraschalldiagnostik als Entscheidungshilfe für das weitere Vorgehen bei Nabelentzündungen des neugeborenen Kalbes. Prakt. Tierarzt 76, 742-746.

JUNG, C. (2002): Sonographie der Lunge und des Abdomens beim bovinen Neonaten unter besonderer Berücksichtigung pathologischer Veränderungen. Dissertation, Universität Giessen.

KASKE M. (2004): Motorik des Magen-Darm-Kanals. In: Physiologie der Haustiere. 2. Aufl., Hrsg. W. Von Engelhardt und G. Breves, Enke Verlag, Stuttgart, 326-337.

KASKE, M., A. MIDASCH and J. REHAGE (1994): Sonographic investigation of reticular contractions in healthy sheep, cows and goats and in cows with traumatic reticulo-peritonitis. J. Vet. Med. A 41, 748-756.

KÖNIG, H. E., P. SÓTONYI und H.-G. LIEBICH (2009a): Verdauungsapparat. In: Anatomie der Haussäugetiere. 4. Aufl., Hrsg. H. E. König und H.-G. Liebich. Schattauer GmbH, Stuttgart, 301-364.

KÖNIG, H. E. und H.-G. LIEBICH (2009b): Lymphatische Organe. In: Anatomie der Haussäugetiere. 4. Aufl., Hrsg. H. E. König und H.-G. Liebich. Schattauer GmbH, Stuttgart, 481-485.

KUROSAWA, T., K. YAGISAWA, K. YAMAGUCHI, K. TAKAHASHI, T. KOTANI, Y. ANDO and M. SONODA (1991): Ultrasonographic observations of experimental traumatic reticuloperitonitis in cattle. J. Vet. Med. Sci. 53, 143-145.

LISCHER, C. J. (1991): Sonographische Darstellung der Nabelinvolution beim Kalb. Dissertation, Universität Zürich.

LISCHER C. J. and A. Steiner (1993): Ultrasonography of umbilical structures in calves. Part 1: Ultrasonographic description of umbilical involution in clinically healthy calves. Schweiz. Arch. Tierheilk. 135, 221-230.

LISCHER, C. J. and A. STEINER (1994): Ultrasonography of the umbilicus in calves. Part 2: Ultrasonography, diagnosis and treatment of umbilical disease. Schweiz. Arch. Tierheilk. 136, 227-241.

LÖFFLER, K. und G. GÄBEL (2008): Verdauungsapparat. In: Anatomie und Physiologie der Haustiere. 11. Aufl., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 211-270.

McSWEENEY, C. S. (1988): A comparative study of the anatomy of the omasum in domesticated ruminants. Aust. Vet. J. 65, 205-207.

MIYAZAKI, T., M. MIYAZAKI, J. YASUDA and K. OKADA (2009): Ultrasonographic imaging of abomasal curd in preruminant calves. Vet. J. 179, 109-116.

MOHINDROO, J., A. KUMAR, V. SANGWAN, R. UDEHIYA and S. S. SINGH (2008): Ultrasonographic evaluation of the omasum in cows and buffaloes. Vet. Radiol. Ultrasound 49, 295-299.

MORTENSON, F. N., D. L. ESPE and C. Y. CANNON (1935): Effect of heating milk on the time which the curds remain in the abomasum of calves. J. Dairy Sci. 18, 229-238.

NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE (1995): Eingeweide. In: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band II. 7. Aufl., Hrsg. K.-H. Habermehl, B. Vollmerhaus und H. Wilkens. Parey Buchverlag im Blackwell Wissenschaftsverlag, Stuttgart.

PADEL-GSCHWIND, D. und H. STOCKER (2004): Sonographische Untersuchungen am Darm des Kalbes. Schweiz. Arch. Tierheilk. 146, 173-181.

RAUCH, S. (2008): Haubenmotorik bei gesunden Kühen und bei Kühen mit Hoflund-Syndrom. Dissertation, Universität Zürich.

RUCKEBUSCH, Y. and R. N. B. KAY (1971): Sur le réflexe de fermentation de la gouttière oesophagienne. Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys. 11, 281-282.

RÜSSE, I. und F. SINOWATZ (1998): Verdauungskanal und Anhangsorgane. In: Lehrbuch der Embryologie der Haustiere. 2. Aufl., Parey Buchverlag, Berlin, 338-367.

SALOMON, F.-V., H. GEYER und U. GILLE (2005): Anatomie für die Tiermedizin. Enke Verlag, Stuttgart, 235-321, 444-447.

SICHER, D. (1995): Sonographische Untersuchungen an Lunge, Mediastinum und Milz des Rindes. Dissertation, Universität Zürich.

STREETER, R. N. and D. L. STEP (2007): Diagnostic ultrasonography in ruminants. Vet. Clin. North Am. (Food Anim. Pract.) 23, 541-574.

TAMATE, H., A. D. MCGILLIARD, N. L. JACOBSON and R. GETTY (1962): Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. J. Dairy Sci. 45, 408-420.

TOTZAUER, I. und F. SINOWATZ (1990): Zur fetalen Entwicklung des Blättermagens des Rindes (*Bos taurus*). Tierärztl. Prax. 18, 577-583.

TSCHUOR, A. and M. CLAUSS (2008): Investigations on the stratification of forestomach contents in ruminants: an ultrasonographic approach. Eur. J. Wildl. Res. 54, 627-633.

VAN WIDMEN, S. C. L. V., C. R. BRATTINGA and K. E. MÜLLER (2002): Position of the abomasum in dairy cows during the first six weeks after calving. Vet. Rec. 151, 446-449.

WARNER, R. G. and W. P. FLATT (1964): Anatomical development of the ruminant stomach. In: Physiology of Digestion in the Ruminant. Butterworth Inc., Washington D. C., 24-37.

WILD, K. (1995): Sonographische Untersuchungen am Labmagen des Rindes. Dissertation, Universität Zürich.

WITTEK, T., P. CONSTABLE, T. MARSHALL and S. CROCHIK (2005a): Ultrasonographic measurement of abomasal volume, location, and emptying rate in calves. Am. J. Vet. Res. 66, 537-544.

WITTEK, T., P. CONSTABLE and D. E. MORIN (2005b): Ultrasonographic assessment of change in abomasal position during the last three months of gestation and the first three months of lactation in Holstein-Friesian cows. J. Am. Vet. Med. Assoc. 227, 1469-1475.

WOLFFRAM, S. (1996): Motorik, Verdauungs- und Sekretionsprozesse der Vormägen und des Labmagens - eine kurze Übersicht. Schweiz. Arch. Tierheilk. 138, 343-350.

YAMAMOTO, Y., N. KITAMURA, J. YAMADA, A. ANDRÉN and T. YAMASHITA (1994): Morphological study of the surface structure of the omasal laminae in cattle, sheep and goats. Anat. Histol. Embryol. 23, 166-176.

9. ANHANG

Anhang 1: Hämatologische Befunde bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern am ersten Lebenstag ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Parameter | $\bar{x} \pm s$ | Anzahl Kälber |
|---|--------------------------------------|------------------|
| Hämatokrit (%) | 34.3 \pm 3.93 (31.0 – 39.0) | 6 |
| Hämoglobin (g/dl) | 10.2 \pm 1.44 (8.2 – 11.8) | 6 |
| Erythrozyten ($\times 10^6/l$) | 7.7 \pm 1.21 (6.1 – 9.1) | 6 |
| MCH (pg) | 13.2 \pm 0.75 (12.0 – 14.0) | 6 |
| MCHC (g/dl) | 29.5 \pm 1.05 (28.0 – 31.0) | 6 |
| MCV (fl) | 44.7 \pm 3.08 (41.0 – 48.0) | 6 |
| Leukozyten ($\times 10^3/\mu l$) | 11.5 \pm 1.83 (9.6 – 13.6) | 6 |
| Plasmaprotein (g/l) | 54.2 \pm 5.00 (50.0 – 61.0) | 6 |
| Fibrinogen (g/l) | 2.8 \pm 0.89 (2.0 – 4.0) | 6 |
| Thrombozyten ($\times 10^3/\mu l$) | 501.2 \pm 60.63 (430.0 – 577.0) | 5 |
| Stabkernige Neutrophile ($\times 10^3/\mu l$) | 0.10 ¹ | 4 |
| Segmentkernige Neutrophile ($\times 10^3/\mu l$) | 9.1 \pm 1.75 (7.5 – 11.3) | 4 |
| Eosinophile ($\times 10^3/\mu l$) | 0.81 \pm 0.00 (0.81 – 0.81) | 1 |
| Basophile ($\times 10^3/\mu l$) | 0.10 \pm 0.13 (0.06 – 0.20) | 2 |
| Monozyten ($\times 10^3/\mu l$) | 0.63 \pm 0.53 (0.27 – 1.41) | 4 |
| Lymphozyten ($\times 10^3/\mu l$) | 2.2 \pm 0.93 (1.3 – 2.6) | 4 |

¹ Median angegeben, da keine Normalverteilung vorlag

Anhang 2: Blutchemische Befunde bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern am ersten Lebenstag ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Parameter | $\bar{x} \pm s$ | Anzahl Kälber |
|---|--|------------------|
| Bilirubin ($\mu\text{mol/l}$) | 22.5 \pm 12.61 (8.3 – 45.7) | 6 |
| Harnstoff (mmol/l) | 2.8 \pm 0.93 (1.5 – 4.1) | 6 |
| GLDH (U/l) | 11.4 \pm 3.14 (5.0 – 12.2) | 5 |
| ASAT (U/l) | 87.0 \pm 22.56 (47.0 – 116.0) | 6 |
| γ -GT (U/l) | 695.1 \pm 605.70 (104.0 – 1838.0) | 6 |
| CK (U/l) | 620.0 ¹ | 6 |
| SDH (U/l) | 9.2 \pm 2.25 (6.6 – 12.3) | 5 |
| Natrium (mmol/l) | 144.8 \pm 2.40 (143.0 – 149.0) | 6 |
| Kalium (mmol/l) | 5.1 \pm 0.48 (4.5 – 5.8) | 6 |
| Chlorid (mmol/l) | 98.7 \pm 1.75 (96.0 – 100.0) | 6 |
| Kalzium (mmol/l) | 3.1 \pm 0.17 (2.8 – 3.3) | 6 |
| Magnesium (mmol/l) | 1.0 \pm 0.17 (0.9 – 1.4) | 6 |
| Anorg. Phosphat (mmol/l) | 2.4 \pm 0.31 (1.9 – 2.7) | 6 |
| Glukose im Serum (mmol/l) | 6.7 \pm 0.14 (6.6 – 6.8) | 2 |

¹ Median angegeben, da keine Normalverteilung vorlag

Anhang 3: Venöse Blutgasanalyse bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern am ersten Lebenstag ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Parameter | $\bar{x} \pm s$ | Anzahl Kälber |
|------------------------------|----------------------------------|---------------|
| pH | 7.4 \pm 0.06 (7.3 – 7.4) | 6 |
| pCO ₂ (mmHg) | 57.4 \pm 8.93 (47.9 – 72.7) | 6 |
| pO ₂ (mmHg) | 27.0 \pm 3.41 (23.0 – 31.7) | 6 |
| Bikarbonat (mmol/l)) | 31.5 \pm 2.17 (28.6 – 34.2) | 6 |
| BE (mmol/l) | 6.05 \pm 1.75 (4.4 – 8.1) | 6 |
| O ₂ Sättigung (%) | 41.4 \pm 8.61 (29.1 – 52.7) | 6 |

Anhang 4: Behandlungen der Kälber 4 bis 8 innerhalb der ersten hundert Lebens-
tage (Einstellprophylaxe ausgenommen)

| Tag | Advocid® | | | | Cobactan® | | Clamoxyl® | Nuflor® | Draxxin® | Flunixinim® | | | Ventipulmin® | Bisolvon® | | | Vetibenzamin® |
|------|----------|---|---|---|-----------|---|-----------|---------|----------|-------------|---|---|--------------|-----------|---|---|---------------|
| | 2 | 5 | 7 | 8 | 4 | 7 | 4 | 7 | 7 | 4 | 7 | 8 | 2 | 5 | 7 | 7 | |
| Kalb | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | + | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | + | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fortsetzung Anhang 4:

| Tag | Advocid® | | | | Cobactan® | | Clamoxyl® | Nuflor® | Draxxin® | Flunixinmin® | | | Ventipulmin® | Bisolvon® | | Vetibenzamin® |
|-----|----------|---|---|---|-----------|---|-----------|---------|----------|--------------|---|---|--------------|-----------|---|---------------|
| | Kalb | 2 | 5 | 7 | 8 | 4 | 7 | 4 | 7 | 7 | 4 | 7 | 8 | 2 | 5 | 7 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | + | | | | | | | | + | | | | |
| 20 | | | | + | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | + | + | | | | | | | | + | | | |
| 22 | | + | | | + | | | | | | | | + | | | |
| 23 | | + | | | + | | | | | | | | + | | | |
| 24 | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | + | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | + | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | + | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | + | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | + | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | + | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | + | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | + | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | + | | | | | | | | | | |
| 41 | | | + | + | | + | | | | | | + | | | + | |
| 42 | | | + | + | + | | | | | | | | + | | + | |
| 43 | | | + | + | + | | | | | | | | | | + | |
| 44 | | | + | | + | | | | | | | | | | + | |
| 45 | | | + | | | | | | | | | | | | + | |
| 46 | | | + | | | | | | | | | | | | + | |

Fortsetzung Anhang 4:

| Tag | Advocid [®] | | | | Cobactan [®] | | Clamoxyl [®] | Nuflor [®] | Draxxin [®] | Flunixinmin [®] | | | Ventipulmin [®] | Bisolvon [®] | | Veitbenzamin [®] |
|-----|----------------------|---|---|---|-----------------------|---|-----------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|---|---|--------------------------|-----------------------|---|---------------------------|
| | Kalb | 2 | 5 | 7 | 8 | 4 | 7 | 4 | 7 | 7 | 4 | 7 | 8 | 2 | 5 | 7 |
| 47 | | | + | | | | | | | | | | | | + | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 59 | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 61 | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 62 | | | | + | | | | | | | | + | | | + | |
| 63 | | | | + | + | | + | + | | | | | + | | + | |
| 64 | | | | | + | | + | + | | | + | | | | + | |
| 65 | | | | | + | | + | + | | | + | | | | + | |
| 66 | | | | | | | + | + | | | + | | | | + | |
| 67 | | | | | | | + | + | | | | | | | + | |
| 68 | | | | | | | + | + | | | | | | | + | |
| 69 | | | | | | | + | + | | | | | | | + | |
| 70 | | | | | | | | + | + | | | | | | + | |
| 71 | | | | | | | | + | | | | | | | + | |
| 72 | | | | | | | | + | + | | | | | | + | |
| 73 | | | | | | | | | | | | | | | + | |
| 74 | | | | | | | | | + | | | | | | | |
| 75 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 77 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 78 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 79 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fortsetzung Anhang 4:

| Tag | Veibenzamin [®] | | | | Bisolvon [®] | | Ventipulmin [®] | | Flunixinmin [®] | | | Draxxin [®] | | Nuflor [®] | | Clamoxyl [®] | | Cobactan [®] | | Advocid [®] | | | |
|-----|--------------------------|---|---|---|-----------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|---|----------------------|---|---------------------|---|-----------------------|---|-----------------------|---|----------------------|---|---|------|
| | 7 | 5 | 7 | 2 | 7 | 4 | 8 | 7 | 4 | 7 | 7 | 7 | 4 | 7 | 4 | 7 | 4 | 7 | 8 | 7 | 5 | 2 | Kalb |
| 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 81 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 82 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 83 | + | | | | | | | + | | | + | | | | | | | | | | | | |
| 84 | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | + | | | | |
| 85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | |
| 86 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | |

Anhang 5 A: Bauchumfang (in cm) bei 6 gesunden männlichen Holstein-Friesian-Kälbern von der Geburt bis zum 100. Lebensstag in den Interkostalräumen 5 bis 9 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

| Untersuchung | Interkostalräume | | | | |
|--------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 42.0 \pm 2.05 (38.0 – 43.5) | 42.0 \pm 2.09 (38.0 – 44.0) | 41.2 \pm 1.99 (38.0 – 43.5) | 42.4 \pm 2.44 (38.0 – 44.5) | 42.3 \pm 2.32 (38.0 – 44.0) |
| 2 | 46.2 \pm 3.55 (39.8 – 50.0) | 45.5 \pm 3.14 (39.8 – 48.5) | 45.0 \pm 2.86 (39.5 – 47.0) | 45.5 \pm 2.73 (40.5 – 48.5) | 45.4 \pm 2.46 (40.5 – 47.3) |
| 3 | 50.0 \pm 2.65 (45.0 – 52.8) | 49.7 \pm 2.75 (44.5 – 52.3) | 49.8 \pm 2.34 (45.5 – 52.5) | 50.0 \pm 2.85 (44.8 – 53.0) | 50.0 \pm 3.04 (44.5 – 53.5) |
| 4 | 54.7 \pm 2.46 (50.0 – 57.0) | 53.9 \pm 2.27 (49.5 – 55.5) | 54.0 \pm 2.29 (49.8 – 56.0) | 54.5 \pm 2.45 (50.0 – 56.5) | 55.4 \pm 3.00 (49.8 – 58.0) |
| 5 | 56.3 \pm 3.08 (50.8 – 59.5) | 56.7 \pm 2.58 (52.3 – 59.8) | 56.8 \pm 2.39 (53.0 – 59.0) | 57.3 \pm 2.40 (53.5 – 59.3) | 58.3 \pm 2.46 (54.5 – 60.5) |
| 6 | 58.3 \pm 2.18 (54.3 – 60.5) | 58.3 \pm 2.34 (53.8 – 60.5) | 58.5 \pm 1.94 (54.8 – 60.0) | 59.0 \pm 2.19 (55.0 – 61.0) | 60.4 \pm 2.22 (59.0 – 65.5) |

Anhang 5 B: Fortsetzung von Anhang 5 A in den Interkostalräumen 10 bis 12, sowie in der Flanke

| Untersuchung | Interkostalräume | | | | |
|--------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | 10 | 11 | 12 | Kraniale Flanke | Kaudale Flanke |
| 1 | 42.2 ± 2.20 (38.0 – 44.0) | 42.0 ± 2.70 (37.0 – 44.3) | 41.6 ± 2.88 (36.3 – 44.0) | 41.3 ± 2.84 (37.5 – 43.8) | 41.2 ± 2.58 (37.0 – 43.5) |
| 2 | 45.3 ± 2.28 (40.8 – 46.8) | 45.5 ± 2.59 (40.8 – 47.8) | 45.0 ± 2.91 (40.0 – 48.0) | 44.8 ± 3.08 (39.5 – 48.0) | 42.7 ± 2.51 (38.0 – 45.5) |
| 3 | 50.8 ± 3.43 (45.0 – 55.5) | 51.2 ± 3.23 (45.3 – 54.8) | 51.6 ± 3.64 (45.5 – 56.8) | 50.8 ± 4.29 (43.5 – 56.5) | 48.1 ± 3.10 (43.5 – 52.5) |
| 4 | 56.7 ± 3.30 (50.3 – 59.5) | 57.4 ± 3.64 (50.5 – 60.5) | 57.6 ± 3.67 (51.0 – 60.5) | 57.0 ± 3.33 (51.5 – 60.5) | 54.4 ± 3.27 (48.0 – 57.0) |
| 5 | 61.1 ± 2.26 (58.0 – 63.8) | 63.9 ± 2.55 (60.5 – 66.8) | 65.3 ± 2.82 (60.8 – 68.3) | 64.9 ± 4.33 (59.0 – 71.0) | 59.4 ± 3.61 (55.0 – 63.0) |
| 6 | 63.0 ± 2.46 (59.0 – 65.5) | 66.6 ± 4.00 (62.3 – 73.0) | 69.3 ± 4.57 (62.8 – 76.3) | 69.1 ± 5.52 (60.5 – 77.8) | 62.0 ± 5.94 (54.0 – 72.0) |

Anhang 6: Darstellbarkeit und dorsale Grenze (cm von der Rückenmitte) des über die Mediane nach rechts reichenden Teils des Pansens bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den ersten 100 Lebenstagen ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern, Tierzahl in eckigen Klammern)

| Ort | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 9. IKR | 50.5 ± 7.05 (40.0 – 55.0) [4] | 56.0 ± 8.89 (46.0 – 63.0) [3] |
| 10. IKR | 48.1 ± 12.15 (37.5 – 61.0) [4] | 58.6 ± 4.11 (54.0 – 64.0) [4] |
| 11. IKR | 42.9 ± 14.49 (34.0 – 64.5) [4] | 56.0 ± 1.80 (54.5 – 58.0) [3] |
| 12. IKR | 31.9 ± 24.86 (7.0 – 66.0) [4] | 59.7 ± 5.51 (54.0 – 65.0) [3] |
| Kraniale Flanke | 24.6 ± 12.05 (13.0 – 38.0) [4] | 58.9 ± 9.65 (46.0 – 67.0) [4] |
| Kaudale Flanke | 35.3 ± 12.08 (16.5 – 50.0) [5] | 52.8 ± 10.46 (38.0 – 67.0) [6] |

Anhang 7: Ausdehnung (cm) des über die Mediane nach rechts reichenden Teils des Pansens bei 6 gesunden Holstein-Friesian-Kälbern in den ersten 100 Lebenstagen ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern, Tierzahl in eckigen Klammern)

| Ort | Untersuchung 5 | Untersuchung 6 |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 9. IKR | 6.9 ± 5.19 (3.0 – 14.5) [4] | 5.4 ± 7.48 (0.25 – 14.0) [3] |
| 10. IKR | 12.3 ± 11.86 (1.5 – 24.8) [4] | 3.3 ± 3.66 (0.50 – 8.5) [4] |
| 11. IKR | 26.0^1 (0.25 – 27.0) [4] | 8.3 ± 4.75 (4.3 – 13.5) [3] |
| 12. IKR | 32.4 ± 23.03 (0.50 – 53.8) [4] | 7.0 ± 8.47 (1.5 – 16.8) [3] |
| Kraniale Flanke | 38.0 ± 10.78 (27.5 – 48.5) [4] | 10.1 ± 10.54 (0.50 – 24.0) [4] |
| Kaudale Flanke | 23.4 ± 11.67 (12.0 – 43.0) [5] | 9.2 ± 6.41 (3.0 – 21.3) [6] |

¹ Median angegeben, da keine Normalverteilung vorlag

10. DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich allen, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben, ganz herzlich danken:

Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun für die Überlassung des Themas, die Übernahme des Referats und die stets gewährte freundliche Betreuung.

Frau PD Dr. S. Ohlerth für die Übernahme des Korreferats.

Herrn Prof. Dr. M. Hässig für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Herrn Prof. Dr. H. Lutz und den Laborantinnen des Veterinärmedizinischen Labors für die Ausführung der Laboruntersuchungen.

Allen Tierpflegern und Tierpflegerinnen, die sich liebevoll um die Kälber gekümmert und ihnen ein tiergerechtes Leben ermöglicht haben.

Meinen lieben Arbeitskolleginnen und -kollegen aus der Rindermedizin Dr. C. Gerspach, Matteo Previtali, Charlotte Schnetzler und Julia Ritz für die Hilfsbereitschaft.

Alexandra Gautschi für die Starthilfe bei den Ultraschalluntersuchungen.

Danke auch an Luzia Trösch und Maren Lesser für die immer verbreitete gute Laune und die aufbauenden Worte und Gespräche.

Meiner Mitbewohnerin und Arbeitskollegin Kathrin Steininger für die Beantwortung all meiner Fragen und die vielen netten Abendstunden zu Hause und im Büro.

Evelyne Muggli, die mir bei der ersten Untersuchung geholfen hat, für ihren Einsatz.

Den Studierenden Linda Klein und Marco Bryner für die tatkräftige Hilfe bei den sonographischen Untersuchungen und die immer vorhandene Einsatzbereitschaft,

besonders auch in den sehr frühen Morgenstunden.

Meiner Tante Sonka Herlyn und Herrn Dr. Werner Wöhrle für das Korrekturlesen.

Ganz besonderer Dank gilt meinen Leipziger Freunden Tini Sievert, ohne die ich nicht in Zürich gelandet wäre, und Nicolin Gallhöfer für die vielen schönen Stunden in Zürich ausserhalb des Tierspitals.

Meinen lieben Eltern Matthias und Elle Krüger für die ermutigende Unterstützung und die vorhandene Geduld während der ganzen Zeit. Ich danke ihnen von ganzem Herzen für die unendliche Liebe und den Glauben an mich!

Meinen Geschwistern Bartje, Jakob, Hauke und Tomke und ganz besonders meiner Schwester Mientje danke ich für die immer offenen Ohren und die aufmunternden Worte.

Meinem Freund Linus für die mir entgegengebrachte Liebe und Geduld und dafür, dass er trotz Entfernung immer für mich da war.

LEBENS LAUF

| | |
|----------------|---|
| Name, Vornamen | Krüger, Sonka Susanne |
| Geburtsdatum | 26. November 1983 |
| Geburtsort | Kulmbach |
| Nationalität | Deutsch |
| 1990 - 1994 | Max-Hundt-Grundschule in Kulmbach, Deutschland |
| 1994 - 2003 | Markgraf-Georg-Friedrich-Gymnasium in Kulmbach, Deutschland |
| 2000 - 2001 | Moorpark High School in Moorpark, Kalifornien, USA |
| 2001 | High School Diploma |
| 2003 | Abitur |
| 2003 - 2005 | Studium der Veterinärmedizin an der Universität Leipzig, Deutschland |
| 2005 - 2006 | Erasmusstudentin an der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich, Schweiz |
| 2006 - 2009 | Weiterführung des Studiums der Veterinärmedizin an der Universität Leipzig |
| 2009 | Approbation an der Universität Leipzig |
| 2009 - 2009 | Wissenschaftliche Hilfskraft am Department für Nutztierwissenschaften der Universität Göttingen, Deutschland |
| 2009 - 2011 | Assistentin und Doktorandin am Departement für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich unter der Leitung von Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun |